DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

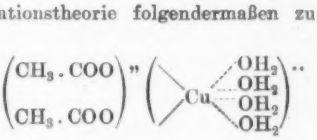
Fünfter Jahrgang. **4. Mai 1917.** **Heft 18.**

Innere Komplexsalze in ihrer Beziehung zur physiologischen Chemie.

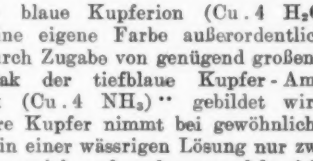
Von Dr. Oskar Baudisch, Hamburg.

Die von *A. Werner*[1]) geschaffene neue Valenzlehre, mit ihren Haupt- und Nebenvalenzen[2]), mit ihrer Erklärung von Anlagerungs- und Einlagerungsverbindungen und vielen anderen prinzipiell neuen Begriffen, hat in der anorganischen Chemie glänzende Früchte gezeitigt. In das frühere Wirrwarr ungezählter anorganischer Verbindungen ist System und Ordnung eingezogen. Aber auch die organische Chemie hat den Wernerschen Anschauungen valenzchemisch sehr viel zu danken. In dieser Abhandlung sollen die sogenannten inneren Komplexsalze, die unser Interesse immer mehr beanspruchen müssen, nachdem ihre große Bedeutung in der Biologie erkannt wurde, besondere Beachtung finden. Wenn wir uns unter den in der Natur vorkommenden Stoffen umschauen, so finden wir nicht nur im Eiweißmolekül und seinen Bausteinen innerkomplex bildende Gruppen, sondern auch in den lebenswichtigen organischen Aldehyden und Säuren, im Pflanzen- und Blutfarbstoff und noch in manchen anderen physiologisch wichtigen Verbindungen, wie wir im Verlauf dieser Abhandlung ersehen werden.

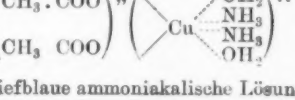
Zunächst wollen wir daran gehen, das Wesen und den valenzchemischen Aufbau eines inneren Komplexsalzes darzulegen. Wir greifen zu diesem Zwecke eine Verbindung heraus, die schon im Jahre 1820 von *Braconnot* durch Spaltung von Leim mit kochender Schwefelsäure erhalten wurde. Es ist dies der einfachste Baustein des Eißweißmoleküls, die Aminoessigsäure oder das Glykokoll. Das in blauen Nadeln kristallisierende Glykokollkupfer wurde von *H. Ley*[3]) als *typisches inneres Komplexsalz* erkannt. Den valenzchemischen Aufbau dieses Salzes wollen wir nun im folgenden am Beispiel des *essigsaueren* Kupfers ableiten. Das Kupferacetat ist in wässriger Lösung im Sinne der Wernerschen Koordinationstheorie folgendermaßen zu formulieren:



Das blaue Kupferion $(Cu \,.\, 4\ H_2O)^{\cdot\cdot}$ vertieft seine eigene Farbe außerordentlich stark, wenn durch Zugabe von genügend großen Mengen Ammoniak der tiefblaue Kupfer-Ammoniak-Komplex $(Cu \,.\, 4\ NH_3)^{\cdot\cdot}$ gebildet wird. Das essigsaure Kupfer nimmt bei gewöhnlicher Temperatur in einer wässrigen Lösung nur zwei Moleküle Ammoniak auf und verwandelt sich in das gewöhnliche Komplexsalz von folgender Konstitution:



Diese tiefblaue ammoniakalische Lösung gleicht in der Intensität ihrer Farbe sehr stark einer gewöhnlichen wässrigen Lösung von Glykokollkupfer. Die wässrige Lösung des Glykokollkupfers ist so intensiv gefärbt, daß auf Zusatz von Ammoniak keine Farbvertiefung bemerkbar wird. Diese Tatsache veranlaßte *H. Ley* zu der Annahme, daß im Glykokollkupfer das Metall bereits durch Nebenvalenzen an die beiden Aminstickstoffe gebunden sei, was zu folgender Konstitutionsformel führte:



I

In der Tat trägt dieses Formelbild, so wie wir gleich sehen werden, alle chemischen und physikalischen Eigenschaften dieser Verbindung zur Schau. Die alten Curtiusschen Formeln:

$$Cu \begin{matrix} \diagup OOC \,.\, CH_2NH_2 \\ \diagdown OOC \,.\, CH_2NH_2 \end{matrix} \quad \text{oder} \quad Cu \begin{matrix} \diagup HN \,.\, CH_2 \,.\, COOH \\ \diagdown HN \,.\, CH_2 \,.\, COOH \end{matrix}$$

versagen dagegen vollkommen. Aus Formel I ist zu ersehen, daß das Metall in dem Molekülkomplex sowohl durch Haupt- als auch durch Nebenvalenzen gebunden ist. Solche Salze nennt *Ley* ganz allgemein *innere Komplexsalze. Diese inneren Metallkomplexsalze zeichnen sich ganz allgemein durch anormales Verhalten in bezug auf elektrolytische Dissoziation und analytische Reaktionen* aus, was

[1]) *A. Werner*, Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie, 3. Aufl., Braunschweig, 1913; s. a. Nobel-Vortrag, diese Zeitschrift 1914, Heft 1.

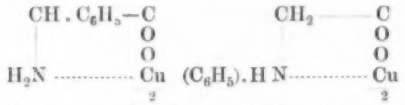
[2]) Die neueren Forschungen der Valenzlehre, *H. Kauffmann*, diese Zeitschrift 1917, Heft 2.

[3]) Der allgemein gebrauchte Name „inneres Komplexsalz" ist von *H. Ley* vorgeschlagen worden. *H. Ley*, Die Beziehungen zwischen Farbe und Konstitution, Leipzig, Verlag von S. Hirzel, 1911.

[1]) Die Hauptvalenzen werden durch volle Striche, die Nebenvalenzen durch punktierte Linien gekennzeichnet.

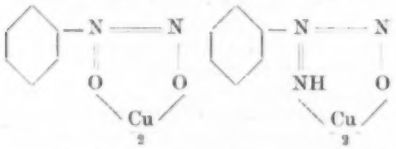
wiederum an dem Beispiel des Glykokollkupfers dargelegt werden soll. Die wässrige Lösung eines gewöhnlichen Salzes, z. B. essigsaueres Kupfer, leitet den elektrischen Strom sehr gut und bei der Elektrolyse scheidet sich an der Kathode Kupfer ab, dagegen ist die elektrische Leitfähigkeit des innerkomplexen Glykokollkupfers außerordentlich klein. Bei der Elektrolyse erscheint an der Kathode ein tiefblauer Kupfer-Ammonium-Komplex. Aber auch alle anderen Kupferionen-Reagentien, wie Kalilauge oder Schwefelwasserstoff, üben auf das Glykokollkupfer keinen Einfluß aus. Durch dieses Beispiel wird eine allgemeine Eigenschaft der inneren Komplexsalze demonstriert. Allerdings muß hier gleich erwähnt werden, daß in der großen Reihe der inneren Komplexsalze alle Übergänge von den gewöhnlichen Salzen bis zu dem extremsten inneren Metallkomplexsalz, welches den elektrischen Strom gar nicht mehr leitet, vorkommen.

Außer diesen anormalen Eigenschaften ist noch ein besonderes Augenmerk auf die *Farbe* der inneren Komplexsalze zu werfen. Viele äußern ihre innerkomplexe Natur oft schon durch ihre anormale Farbe, wie ja das schon im Glykokollkupfer sichtbar zutage tritt. An der gleichen Verbindung bzw. an einem Derivat der Aminoessigsäure und einem dazugehörigen Isomeren wollen wir diese Verhältnisse noch besser veranschaulichen[1]):



Phenylaminoessigsäure blau — Anilinoessigsäure grün

Ein weiterer eklatanter Fall, welcher zeigt, daß die optische Achillesferse jener Punkt ist, wo die vom Metallatom ausgehende Nebenvalenz die organische Gruppe trifft, ist der folgende:

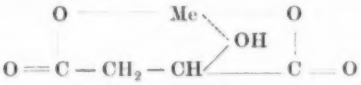


Nitrosophenylhydroxylaminkupfer graublau — Nitrosophenylhydrazinkupfer tiefrotbraun

Auch bezüglich der Löslichkeit zeigen innere Komplexsalze oft ein eigentümliches Verhalten. So gibt es z. B. in Wasser unlösliche, dagegen in Äther und Benzin lösliche Metallsalze und wiederum solche, welche sowohl in Wasser als auch in organischen Lösungsmitteln leicht löslich sind.

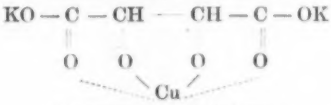
Die Bildung innerer Komplexsalze ist konstitutionell durch einen Ringschluß charakterisiert. Es gelten dabei die allgemeinen Gesetzmäßigkeiten bei Ringschlüssen, welche uns lehren, daß 5 und 6 Ringe die stabilsten Systeme sind und andere Ringschlüsse nur Ausnahmen bilden. Am Beispiel des Glykokollkupfers sehen wir den stabilen Fünfring, der sich bei allen α-Aminosäuren äußert. Die α-Aminosäuren stehen bekanntlich, wie *Abderhalden* und seine Schule uns gelehrt haben, im Mittelpunkt des Eiweißstoffwechsels, der ja nach diesem Forscher richtiger als Aminosäurenstoffwechsel zu bezeichnen ist. Es ist gewiß kein Zufall, daß in der Natur gerade die α-Aminosäuren, die ja zur Innerkomplexbildung prädestiniert sind, eine so eminente Rolle spielen, während die β-Aminosäuren dagegen verschwinden. Nur die β-Aminosäuren geben kaum noch innere Komplexsalze, die γ und δ überhaupt nicht mehr.

Zu einer zweiten Gruppe physiologisch wichtiger Verbindungen, welche zur Innerkomplexbildung befähigt sind, gehören die α-Oxysäuren, wie z. B. Milchsäure, Äpfelsäure, Weinsäure, die Zuckersäuren und viele andere mehr. So wird z. B. ein Metallsalz der Äpfelsäure im Sinne der Wernerschen Anschauung folgendermaßen zu formulieren sein:

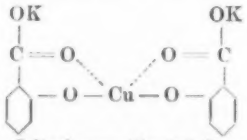


(Me = Metall)

Anschließend an die *aliphatischen* Oxysäuren wollen wir auch die *aromatischen* näher betrachten. Da kommen wir zur Besprechung der physiologisch überaus wichtigen und interessanten Gruppe der Salicylsäure und ihrer Derivate. Der valenzchemische Aufbau zwischen den aliphatischen und aromatischen Oxysäuren ist ein ganz analoger, was aus den beiden Beispielen hervorgeht:



Weinsaures Kupferkalium



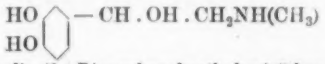
Salicylsaures Kupferkalium

Die Orthostellung der Hydroxylgruppe (—OH) zu der Karboxylgruppe (—COOH) in der Salicylsäure ist unbedingt erforderlich, denn sowohl Meta- als auch Para-Oxybenzoesäure geben solche Komplexsalze nicht. Die innere Komplexsalzbildung ist aber natürlich nicht nur auf die Salicylsäure selbst beschränkt, sondern es sind auch viele ihrer Derivate, so z. B. das in der Pharmakopoe berühmte Gaultheriaöl (Salicylsäuremethylester) und noch viele andere ähnliche Verbindungen, so z. B. auch der in vielen Pflanzen vorkommende Salicylaldehyd, zur inneren Komplexsalzbildung befähigt.

Ganz ähnliche Verhältnisse haben wir bei den

[1]) *H. Ley*, B. 48, 79 (1915).

Dioxybenzolen. Es gibt wieder nur das Brenzcatechin, welches die beiden Hydroxylgruppen in Orthostellung enthält, typische innere Komplexsalze, nicht oder nur in geringem Maße Resorcin, garnicht Hydrochinon. Solche orthoständigen Hydroxylgruppen kommen aber auch noch in verschiedenen physiologisch wichtigen Verbindungen, so z. B. auch im Adrenalin, dem wichtigsten Bestandteil der Nebenniere, vor.

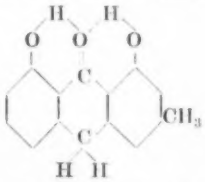


Adrenalin (3,4-Dioxyphenylmethylaminäthanol)

An die Dioxybenzole schließen sich die in der Natur überaus häufig vorkommenden Anthrachinone an. Die innerkomplexsalzbildende Kraft dieser großen Reihe von chemischen Verbindungen soll an einem in der Geschichte der pharmazeutischen Chemie bekannten Präparate, dem Chrysarobin, erläutert werden. Das Chrysarobin ist ein Anthracenderivat von folgender Zusammensetzung:

Chrysarobin

Eine solche Verbindung ist zur Innerkomplexsalzbildung geradezu prädestiniert, und nicht umsonst spielen die Anthrachinon-Beizenfarbstoffe, welche alle innere Komplexsalze darstellen, eine so wichtige Rolle in der Färberei. Wenn wir wieder die Schreibweise für innere Komplexsalze auf das Chrysarobin anwenden, so kommen wir zu folgendem Formelbild:

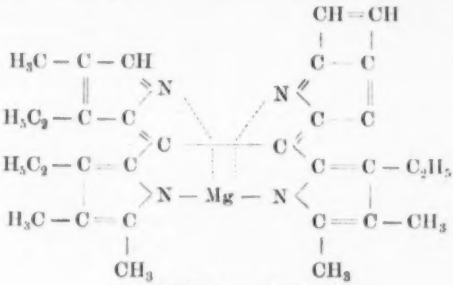


3-Methyl-1,8-dioxyanthranol (Chrysarobin)

Die Oxy-Anthrachinone sind von *P. Pfeiffer*[1]) auf ihre innerkomplexbildende Gruppe experimentell hinreichend untersucht worden. Hier ist es nun wieder ganz besonders interessant, daß durch die Versuche von *Unna*[2]) klargelegt wurde, daß von den vielen Oxy-Anthracen- bzw. Anthrachinonderivaten gerade nur die eine besonders auffallende physiologische Wirkung (antipsoriatischer Effekt) zeigen, die die OH-Gruppe in Orthostellung zum Brückensauerstoff haben, d. h. also diejenigen, welche zur Innerkomplexsalzbildung befähigt sind.

[1]) Ann. d. Chemie *398*, 137.
[2]) Cignolin als Heilmittel der Psoriasis, Derm. Wochenschr. Bd. *62* (1916).

Die Wichtigkeit der innerkomplex gebundenen Metalle in der Natur wird durch die beiden innerkomplexen Metallsalze, den Pflanzen- und den Blutfarbstoff gekrönt. *R. Willstätter*[1]) hat als erster im Chlorophyllmolekül das Metall Magnesium nachgewiesen. Daß im Blutfarbstoff das Eisen die wichtigste Rolle spielt, ist ja eine altbekannte Tatsache. Aus den klassischen Untersuchungen *Willstätters* über das Chlorophyll ist zu ersehen, daß das Magnesium im Chlorophyllmolekül an Stickstoffatome mit Haupt- und Nebenvalenzen gebunden ist. Aus der Formel des Ätiophyllins, eines Abbauproduktes des Pflanzenfarbstoffes, ist zu ersehen, daß das Magnesiummetall in innerkomplexer Bindung an 4 Pyrrolringe geknüpft ist:



$C_{31}H_{34}N_4Mg$ = Ätiophyllin

Die magnesiumfreie Verbindung des Ätiophyllins, Ätioporphyrin genannt, stellt ein Umwandlungsprodukt sowohl des Pflanzen- als auch des Blutfarbstoffes dar, dessen Molekül noch in naher Beziehung zum Farbstoff selbst steht.

Während somit im Chlorophyll das reduzierende Metall Magnesium dieser Verbindung den Stempel aufdrückt, ist es im Hämin das oxydierende Eisenatom. Den beiden Metallen werden also gerade durch die eigene, innerkomplexe Bindung an den Stickstoff Eigenschaften erteilt, welche das Leben der Pflanzen und Tiere ermöglichen. Im Blut wird höchstwahrscheinlich der lebenswichtige Sauerstoff mit Hilfe dieses Eisenatoms locker gebunden und veratembar gemacht. Über die Rolle des Magnesiumatoms wissen wir noch nichts Genaues, doch ist es nicht ausgeschlossen, daß das innerkomplex gebundene Magnesiummetall eine Aktivierung des Wasserstoffs vermittelt[2]).

Die Bedeutung der inneren Komplexsalze in der Physiologie ist aber damit noch nicht erschöpft. Wenn wir zu unserem so oft erwähnten Glykokollkupfer zurückkehren, so können wir an dieser Verbindung noch eine wichtige Eigenschaft der inneren Komplexsalze demonstrieren. *P. Pfeiffer*[3]) hat gefunden, daß das Glykokollkupfer mit Calciumchlorid eine schön kristalli-

[1]) *R. Willstätter* und *A. Stoll*, Untersuchungen über Chlorophyll, Berlin, J. Springer, 1913.
[2]) *O. Baudisch* und *G. Klinger*, Bd. *49*, 1167 (1916).
[3]) *P. Pfeiffer*, Bd. *48*, 1295 (1915).

sierende tiefblaue Molekülverbindung von folgender Zusammensetzung:

$$CaCl_2 . (NH_2CH_2COO)_2 Cu . 3 H_2O$$

gibt.

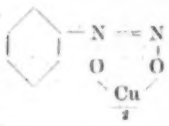
Derartige Molekülverbindungen mit Neutralsalzen bilden aber auch die freien Aminosäuren selbst, was nicht wundernimmt, wenn wir die Aminosäuren nach *H. Ley* folgendermaßen formulieren:

$$NH_2 — CH_2 — COOH$$

Die α-Aminosäuren erscheinen dann als innere Komplexsalze des Wasserstoffes, der wie in anderen Fällen die Funktion eines Metalls ausübt. Solche Molekülverbindungen von Neutralsalzen mit α-Aminosäuren sind aber — wie *Pfeiffer*[1]) gezeigt hat — auch in den Lösungen dieser Stoffe vorhanden, was für die biologische Eiweißchemie (Blutserum usw.) außerordentliches Interesse hat. Aber auch das Eiweiß selbst muß solche Neutralsalz-Molekülverbindungen eingehen, nachdem *Unna*[2]) zeigen konnte, daß sich z. B. das in Wasser unlösliche Silbereiweiß in verschiedenen Neutralsalzlösungen glatt auflöst.

Zum Schluß muß noch auf die stark selektive Eigenschaft der innerkomplexbildenden Gruppen auf die verschiedenen Metalle und Metallsalze hingewiesen werden. Wir kennen bisher keine Gesetzmäßigkeiten. Es war immerhin von Interesse zu untersuchen, ob man diese selektive Eigenschaft von z. B. im Benzol oder Naphthalinkern gebundenen innerkomplexen Gruppen durch Substitution beeinflussen könnte[3]). Es hat sich nun in der Tat ergeben, daß Seitenketten einen hervorragenden Einfluß sowohl auf die innerkomplexbildende als auch auf die molekülbindende Kraft des Salzes ausüben können. Es soll diese Tatsache an einem Farbenbeispiel erläutert werden.

I

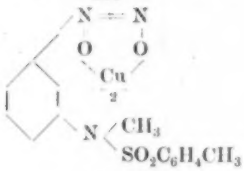


graublau

II

zeisiggrün

III



graublau

[1]) *P. Pfeiffer* und *Wittka*, B. *48*, 1938.

[2]) Derm. Wochenschr. Bd. *63* (1916), S. 942.

[3]) *Osk. Baudisch*, Über den Einfluß von Kernsubstitution auf innere Komplexsalze bildende Gruppen, B. *49*, 172 (1916).

Das Nitrosophenylhydroxylaminkupfer I ist graublau gefärbt und seine metallfreie Verbindung zeigt selektiven Charakter für bestimmte Metalle. Das m-Dimethylamino-Nitrosophenylhydroxylaminkupfer II ist zeisiggrün und die freie Säure bildet fast mit allen Metallen typisch innere Komplexsalze, ebenso die Verbindung III, welche wiederum graublau gefärbt ist. Aus der Farbe des Salzes II ist zu entnehmen, daß von dem tertiären Stickstoff des Seitenrestes ausgehende Nebenvalenzen das Metallatom und damit das ganze Molekül beeinflussen. Mit dieser Eigenschaft steht aber auch das Molekülbindungsvermögen in engem Zusammenhang, und orientierende Reagenzglasversuche ergaben diesbezügliche positive Resultate. Es ist anzunehmen, daß alle die hier ausgeführten Verhältnisse, in die Chemotherapie übertragen, einmal recht gute Früchte zeitigen werden.

Über die hydrothermale Entstehung der Achatmandeln im Gestein.

Von Prof. Dr. R. Nacken, Tübingen.

(Schluß.)

IV.

Die oben angedeutete Theorie nimmt erhöhte Temperaturen bei der Bildung der Achate an. Es ist daher die Frage zu beantworten, ob solche Verhältnisse nicht im Widerspruch stehen mit den Beobachtungen in der Natur.

Setzt man die Entstehung, wie es in III. geschah, in eine Periode der hydrothermalen Gesteinsbildungen, so ist eine erhöhte Temperatur ziemlich selbstverständlich, da es sich ja hierbei um eine postvulkanische Erscheinung handelt, und nur über die Höhe der Temperatur könnten verschiedene Ansichten herrschen.

Nimmt man an, der Mandelinhalt habe auch ursprünglich aus Kieselsäure und Wasser allein bestanden, so sind über die Natur dieses binären Systems zwei Auffassungen möglich. Nach der einen bildet das System eine kristalloide Lösung, nach der anderen eine kolloidale.

Unterwirft man weiter ein binäres System, das durch die extrem leichte Flüchtigkeit einer seiner Komponenten ausgezeichnet ist, Temperaturerhöhungen, so kann der Fall eintreten, daß die kritische Kurve der gemischten Lösungen die Gleichgewichtskurve für die flüssige und die kristallisierte Phase schneidet. Bei niedrigen und hohen Temperaturen ist dann eine dampfförmige Phase neben einer flüssigen stabil, dazwischen liegt ein Existenzbereich für *fluide* Phasen. Es sind dies „Lösungen", die den Charakter von Gasen besitzen, indem sie die Eigenschaft zeigen, den ihnen zur Verfügung stehenden Raum völlig einzunehmen.

In dem so gearteten System SiO_2—H_2O, dessen vollständige Ausarbeitung noch aussteht, wird der erste kritische Punkt nicht weit von dem kritischen Punkt für reines Wasser liegen, da die Löslichkeit

von SiO_2 bei dieser Temperatur eine recht geringe ist. Wo der zweite Punkt liegen wird, ist dagegen noch gänzlich hypothetisch. Jedenfalls kämen wohl Temperaturen in Frage, die nicht weit von der Schmelztemperatur der Kieselsäure liegen würden, wenn das Verhältnis der Kieselsäure zum Wasser in der flüssigen Phase so sein sollte, wie es in der Achatmandel gewesen ist, in der jedenfalls ein hoher Kieselsäuregehalt geherrscht hat[1]).

Diese Verhältnisse lassen es als unwahrscheinlich erscheinen, daß aus einer derartigen kristalloiden Lösung die Mandel entstanden sei. In dem Temperaturbereich unter dem ersten kritischen Punkt ist die Löslichkeit zu gering, um bei einer einmaligen Füllung zur Entstehung des Achats zu genügen, im anderen Fall ist die Temperatur zu hoch, als daß eine Reaktion des sauren Bestandteils mit dem basischen Gestein nicht eintreten sollte. Von derartigen Einwirkungen ist aber an den frischen Gesteinen nichts zu beobachten. Z. B. zeigt auch die Analyse des Weitendorfer Basalts nach *Leitmeier* wesentliche Abweichung von der Zusammensetzung eines typischen Basalts nicht.

Dagegen erscheint die Annahme einer kolloidalen Lösung berechtigter, da in dispersen Systemen das Verhältnis der dispersen Phase zum Dispersionsmittel in weiten Grenzen variieren kann.

Das künstlich dargestellte Kieselsäuresol ist in reinem Zustande wenig stabil und geht leicht in das Gel über, es koaguliert besonders bei Temperaturerhöhung. Indessen weisen die hochprozentigen Produkte von *Graham* darauf hin, daß Verunreinigungen seine Stabilität erhöhen und auch *E. Jordis* und *W. Hennis*[2]) beobachteten Ähnliches. In Gegenwart bestimmter Salze trat sogar eine Wiederauflösung des Gels ein. Alkalisilikate könnten in der Natur diese Einwirkung haben, jedenfalls dürfte das natürliche System keineswegs als ganz rein angesprochen werden können.

Es ist aber hierbei zu bedenken, daß eine nachträgliche Erhitzung vermutlich nicht in Frage kommt. Die Lösungen, aus denen sich die freie Kieselsäure abschied, waren schon an und für sich heiß und befanden sich über der kritischen Temperatur des Wassers[3]). In diesem Zustand erfolgte die Bildung der kolloidalen Lösung. Welche Vorgänge sich hierbei abspielen können, ob eine Druckvermehrung damit Hand in Hand ging, soll nicht näher untersucht werden, da experimentelle Unterlagen fehlen. Die Möglichkeit, daß auch bei hohen Temperaturen disperse Systeme auftreten, wird neuerdings zugegeben[1]), da man die Eigenschaften von Metallschmelzen hierdurch zu erklären versucht. Vielleicht ist häufiger in der Natur mit ihnen zu rechnen; so bei manchen Quarzgängen, vielleicht auch bei Erzgängen, in denen sich schwerlösliche Mineralien konzentriert haben. Das Auftreten von kolloidalen Lösungen könnte, da in ihnen die Zusammensetzung in weiten Grenzen variieren kann, bisweilen die Entstehung dieser Anhäufungen verständlich machen.

Da bekanntlich SiO_2 aus dem amorphen Zustand in den kristallisierten nur äußerst schwierig übergeht, so dürfte auch die hohe Erhitzung eine Veränderung in diesem Sinne nicht ohne weiteres bedingen. Wenn auch noch verzögernde Katalysatoren, wie Eisenverbindungen zugegen waren, so ist ein solcher Einwand noch weniger zu berücksichtigen.

Daß schließlich die erhöhte Temperatur ein Hindernis für die Entstehung von Chalzedon nicht bildet, ist durch Versuche von *A. Daubrée*[2]) und von *J. Koenigsberger* und *W. J. Müller*[3]) widerlegt. *Daubrée* stellte fest, daß achatähnliche Entglasungen in Stücken von Flaschenglas auftraten, die längere Zeit bei beginnender Rotglut mit Wasser behandelt wurden. Die beiden anderen Beobachter erhielten aus Glasstückchen, die 60 Stunden lang mit Wasser von 360° C digeriert wurden, radialstrahlige Aggregate, die als Chalzedon zu identifizieren waren.

Die Annahme ursprünglich kolloidaler Natur der „Achatlösung" stößt wohl nicht auf einen Widerspruch, im Gegenteil würde durch sie die Anreicherung von Kieselsäure verständlicher werden, als bei Annahme einer kristalloiden Lösung.

In diesem Fall ist die kritische Temperatur des Wassers eine für die Form des Achats bedeutsame Grenztemperatur, indem nämlich unterhalb 375° C in dem Hohlraum ein Meniskus entstehen kann, über ihr aber nicht. Sind daher die Mandeln so gestaltet, daß sie während ihrer Bildung den ihnen zur Verfügung stehenden Raum völlig erfüllten, so sind sie aus fluider Phase entstanden. Dies entspräche etwa den Entstehungsbedingungen der Obersteiner Mandeln, bei den Uruguayachaten dagegen existierte im Moment ihrer Bildung eine dampfförmige Phase neben der flüssigen.

---

[1]) Ein geringer Gehalt an Alkalisilikat ist wohl anzunehmen. Hierdurch werden die kritischen Temperaturen in dem Sinne verändert, als sich der Existenzbereich für die fluiden Phasen verkleinert. Im System Alkalisilikat—Wasser findet nach *G. W. Morey* (Zeitschrift f. anorg. Chemie, *86*, 320, 1914) ein Schnitt der kritischen Kurve mit der Löslichkeitskurve voraussichtlich nicht statt, d. h. es tritt eine fluide Phase vermutlich nicht auf.

[2]) *E. Jordis* und *W. Hennis*, Journal f. prakt. Chem. N. F. 77, 238, 1908.

[3]) Solche heißen Lösungen spielen nach *F. E. Wright* und *E. S. Larsen* (Americ. Journ. of Sc. 27, 421, 1909) bei der Entstehung der Pegmatite eine Rolle. Hier ist häufig die erste Generation der Quarze in der hexagonaltrapezoedrischen, die jüngere in der unter 575° stabilen trigonal-trapezoedrischen Modifikation ausgebildet. Die Entstehungstemperatur solcher Pegmatite lag demnach in der Nähe von 575°.

[1]) *Wo. Ostwald*, Die Welt der vernachlässigten Dimensionen 1915. S. 163.

[2]) *A. Daubrée*, Synthet. Studien z. Experimentalgeologie. Braunschweig 1880. 122.

[3]) *J. Koenigsberger* und *W. J. Müller*, Centralbl. f. Min. usw. 1906. 339 u. 353.

Die Anschauung, daß fluide Phasen bei der Bildung von Spaltenausfüllungen eine Rolle gespielt haben könnten, ist auch von *P. Niggli*[1]) ausgesprochen worden. Da hierbei ein erhöhter Druck vorhanden ist, so erscheint es verständlich, daß auch ganz feine Spaltrisse mit der injizierten Masse erfüllt sind, und daß sich Gänge auf große Erstreckung hin gleichartig anfüllen konnten. Solche Verhältnisse finden wir bei den Achatmandeln wieder, wie es oben näher ausgeführt wurde.

Auch das Auftreten der großen Quarz- und Amethystkristalle ist eine Stütze dieser Ansicht; die fluide Natur des Mandelinhalts begünstigte ihre Ausbildung. In den Uruguayachaten treten derartig prächtige Drusen nicht auf.

Die mir zur Verfügung stehenden Quarze aus Obersteiner Mandeln kristallisieren trigonal trapezoedrisch; sie sind also unter 575° C entstanden, da über dieser Temperatur eine hexagonal trapezoedrische Modifikation[2]) stabil ist. Dadurch wird die Entstehungstemperatur hier noch enger begrenzt. *Das Auftreten völlig gefüllter Mandeln dürfte somit einen Bereich der geologischen Thermometerskala bestimmen, der zwischen 375 und 575° C gelegen ist.*

V.

An einigen Beispielen möge die vorstehend entwickelte Anschauung geprüft werden.

Fig. 4. Uruguayachat mit zwei Systemen von horizontalen Bändern. Nach *R. E. Liesegang.*

Unter den Uruguayachaten befinden sich häufig solche, die eine Zone von Festungsachat zeigen, welche die horizontal gebänderten Partien einschließt. Bisweilen wird die Struktur noch dadurch eine kompliziertere, daß innerhalb des Achats sich beide Arten zweimal wiederholen. Fig. 4 gibt ein Bild dieser Erscheinung. *R. E. Liesegang*[3]) denkt sich u. a. die horizontalen Bänder hervorgerufen durch den Einfluß gewisser Stoffe, welche einen Übergang des Gels in den Solzustand, oder eine Verringerung der Viskosität hervorrufen, wie so etwas bei Tonen bekannt ist. Er zieht auch Temperaturerhöhung in Betracht, die dies bewirken könnte. Weiter stellt er in Parallele damit das Auftreten von horizontalen Schichten, die durch ein Hineindiffundieren der Luftgase von der Oberfläche her in Wasserglaslösungen entstehen, in denen durch Eisensalze Silikatgewächse erzeugt wurden. Solche „Gergensschen" Bildungen entstehen leicht, wenn man in Wasserglas Eisenchlorid oder Calciumchlorid in kleinen Stückchen einträgt; ob aber ein ursächlicher Zusammenhang dieser Gewächse mit den horizontalen Bändern besteht, erscheint mir fraglich, da doch die Verknüpfung beider Vorgänge sehr selten ist, und in den meisten Achaten nicht beobachtet wird.

Ein viel einfacheres Deutungsprinzip ist die oben auseinandergesetzte Theorie. Zwanglos kommt man zu den beiden Mandeltypen bei dem Sinken der Temperatur vom überkritischen Gebiet in das Existenzgebiet dampfförmiger Phasen. Auch die Altersfolge entspricht diesem Vorgang.

Eine zeitweilige Temperaturerhöhung ist natürlich nicht ausgeschlossen, besonders bei Nachschüben. Hierdurch dürfte eine Deutung für Fig. 4 gefunden sein.

Die horizontalen Lagen der Uruguayachate sind meist nicht so regelmäßig ausgebildet, wie die Bänderung der Festungsachate. Ein Stück, welches diese Erscheinung deutlich zeigt, ist in Fig. 5 abgebildet. Unscharfe Begrenzungen und verschiedene Dicken kennzeichnen diese Bildungen. Auch läßt sich das Diffusionsprinzip, das auch hier in die Erscheinung tritt, nur bei Annahme sehr unregelmäßig verteilter Beimengungen auf diese Bildungen anwenden. Zieht man aber die Erscheinungen in Betracht, die sich beim Übergang aus dem kritischen Zustand in den darunterliegenden Temperaturbereich abspielen, so ist auch diese scheinbare Besonderheit etwas Notwendiges. Der Übergang kennzeichnet sich durch eine emulsionsartige Entmischung. Es bilden sich zwei Phasen aus, die zunächst nur wenig voneinander verschieden sind und demnach ähnliches spez. Gewicht besitzen. In dieser Emulsion werden sich die Tropfen nach und nach zu größeren vereinigen, doch ist dieser Vorgang ein ganz willkürlicher, der zu Tropfen von verschiedener Größe führen wird. Durch die Einwirkung der Schwere sinken sie nacheinander zu Boden, breiten sich hier aus und bilden hier wirkliche „Schichten". „Verunreinigungen" werden sich hierbei auf der Oberfläche der Tropfen ansammeln und können die feinen Grenzlinien zwischen den Schichten verursachen. Der ganze Sedimentationsvorgang erforderte sicher längere Zeit, in dem Maße, wie sich das Gestein abkühlte, mehr oder weniger lange.

Es sei auch noch einmal hingewiesen auf die S. 220 erwähnten Riesenmandeln aus Island. *L. v. Buch* gibt eine schematische Zeichnung, nach der diese Erklärung durchaus zutrifft. Den ganzen Hohlraum kleidet eine dicke Schicht Chalzedon aus, unten sind mehrere dicke Lagen horizontal gebänderten Chalzedons gezeichnet und

[1]) *P. Niggli*, Centralbl. f. Min. usw. 1912. 331.
[2]) *R. Nacken*, Neues Jahrb. f. Min. usw. 1916. *I.* 71.
[3]) *R. E. Liesegang*, Die Achate, S. 79 f.

die oben herabhängenden Stalaktiten sind vielleicht als Gergenssche Gewächse anzusprechen oder sind aus fluider Phase durch Vereinigung einzelner Tropfen, die oben hängen blieben, entstanden.

Die mehrfache Zufuhr von Kieselsäurelösung, wie sie zur Erklärung der in Fig. 4 abgebildeten Form nötig ist, ist auch bei anderen Typen deutlich zu konstatieren. Erinnert sei an die *Schlottwitzer* Trümmerachate, bei denen präexistierende Achate zertrümmert und dann ihre Stücke durch Kieselsäure von neuem verkittet wurden. Etwas Ähnliches ist der Fall bei dem in Fig. 6 abgebildeten Stück. Es ist aber nicht nur deswegen interessant, weil es darauf hinweist, daß eine zweite Kieselsäurezufuhr stattgefunden hat, sondern weil es auch zeigt, daß die Lösung auf einmal eingedrungen ist. Das Stück, welches Fig. 6 zeigt, besteht aus zwei Generationen von Quarzkristallen, *b* und *e*, von denen die äußere Lage *b* aus Amethyst, die innere *e* aus farblosem Material besteht. Die Amethyste sitzen auf einer Schicht Chalzedon *a*, und es war jedenfalls dieser Teil des Achats völlig ausgebildet, als er von einer Reihe von Spalten *f* durchsetzt wurde. Die Risse, die quer durch die Kristalle der Zone *b* hindurchsetzen, sind zum Teil mehrere Millimeter breit, zum Teil ganz fein. Sie sind angefüllt von unregelmäßig gebändertem, intensiv rot gefärbtem Chalzedon. Dieser rote Chalzedon setzt sich bei *d* scheinbar fort rings um das innere helle Quarzmaterial. Die Schicht *d* bildet die einzelnen aus der Schicht *b* herausragenden Spitzen der Amethyste ab. Es sieht so aus, als ob die wachsenden Amethyste die noch weiche Chalzedonmasse vorgeschoben hätten. Das ist wohl aber höchstens für eine ganz kurze Strecke der Fall gewesen. Die Deutung erscheint mir vielmehr folgende. Die Achatmandel war ursprünglich eine solche mit hohlem Innenraum *e*. Nach ihrer völligen Verfestigung riß sie an mehreren Stellen auf. In den Rissen und im Innern konnten Lösungen eine Eisenverbindung niederschlagen, die sich adsorptionsartig auf der Oberfläche festsetzte. Erst hierauf wurde Kieselsäurelösung zum zweitenmal injiziert, die Eisenverbindungen wurden hierbei diffusibel und erzeugten den rot gebänderten Chalzedon, dessen Bänderung in den Spalt parallel den Wänden, im Innern nach den Umrissen der Amethystspitzen verläuft. Noch jetzt erkennt man einen sehr feinen Überzug auf den Endflächen der Amethyste von brauner Färbung, der vielleicht aus irgendeinem Grunde nicht löslich geworden ist (Mangan?). Auf ihm sitzt zunächst eine dünne Schicht faserigen Quarzes und dann erst folgt die rote gebänderte Lage.

Ein langsames Zufließen der zweiten Füllung erscheint zum mindesten fraglich, denn in dem Fall wären die engen Gänge sicher verstopft worden, bevor die Lösung sie ganz passiert hätte. Auch bei diesem Stück hat man den Eindruck, daß erheblicher Druck bei der Injektion eine Rolle gespielt haben muß. Beide Achate entstanden ihrer vollständigen Füllung nach zu urteilen im Gebiet über der kritischen Temperatur des Wassers.

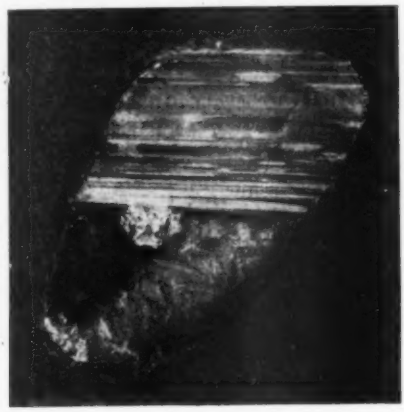


Fig. 5. Horizontale Schichtung in einem Uruguayachat.

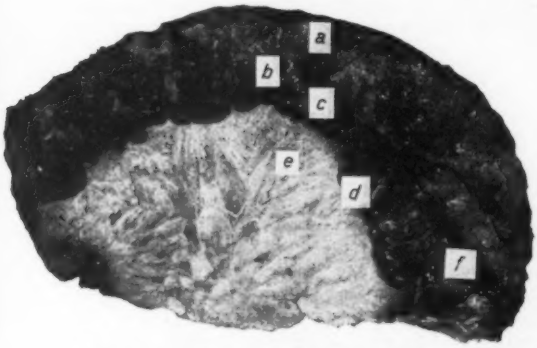


Fig. 6. Amethyst-Druse mit Spaltrissen, *f*, durch die die Zufuhr in den ursprünglich leeren Hohlraum, *e*, im Innern erfolgte.

Es sollen hier weitere Beispiele nicht gehäuft werden, da wohl jeder Achat etwas Besonderes liefern dürfte. Ein Widerspruch gegen die oben ausgeführte Theorie ist mir noch nicht aufgefallen. Aber erst das Experiment kann eine einwandfreie Entscheidung bringen.

Kurz zusammengefaßt ergeben sich folgende wesentliche Punkte: Die Ausfüllung der Mandeln in den Melaphyren und anderen plutonischen Gesteinen erfolgte bei einer Temperatur, die in der Nähe der kritischen für Wasser liegt. Unter bedeutendem Druck wurde durch Spalten und Risse die Kieselsäure-Wasser-Mischung injiziert. Als

fluide Phase konnte dieses Gemisch den ihr zur Verfügung stehenden Raum in der Spalte oder Gasblase ausfüllen, und es war in größeren Blasen Gelegenheit geboten zur Bildung der großen Amethystkristalle. Beim Abkühlen konnte unter Umständen die Temperatur unter 375° C sinken, bevor der Erhärtungsprozeß beendet war. Jetzt war Gelegenheit gegeben für die Bildung eines Meniskus innerhalb der Mandel. Der Übergang aus der fluiden Phase in das Zweiphasensystem ist durch eine emulsionsartige Entmischung gekennzeichnet. Durch das Absinken solcher Tropfen entstehen einzelne Schichten, die horizontale und parallele Lage haben müssen, die Schichtung der Uruguayachate. Die Temperatur ist ein Faktor, der über große Erstreckung hin gleich sein kann; hierdurch wird verständlich, daß die Achattypen räumlich getrennt auftreten und in einigen Landstrichen z. B. der Uruguaytypus fehlt. Durch die geschilderten Verhältnisse wird die Ansicht *Liesegangs* über die Entstehung der Bänderstruktur nicht berührt, da auch jetzt noch angenommen werden muß, daß die Vorgänge, die zur Bänderung führen, in einer dispersen Phase erfolgen, in einer Gallerte, die im wesentlichen aus SiO_2 und H_2O besteht.

Die Komponentengliederung des Geruchs und seine chemische Grundlage.

Von Privatdozent Dr. Hans Henning, Frankfurt a. M.

So leicht es uns fällt, an gefärbten Gegenständen nur auf die Farbqualität zu achten und ein Kontinuum der Farbenempfindungen herzustellen, so unbeholfen stehen wir den riechenden Objekten gegenüber: die Sprache gibt uns keine Worte zur Bezeichnung der Geruchsqualitäten als solcher an die Hand; auch sind wir nicht geübt, lediglich die Geruchsempfindung für sich zu beachten und im Erlebnis ganz von der Riechquelle abzusehen. Jeder Vergleich und jede Ordnung von Gerüchen mißlingt aber, wofern man nicht vom Duftträger abstrahiert. Wie die primitiven Völker häufig in Farbenvergleichen (etwa eines braunen Tuches mit einem Stück Holz) stranden, weil sie von der verschiedenartigen Struktur des Gewebes und des Holzes nicht abstrahieren, so erscheint manchem Kulturmenschen (abgesehen vom süßen Geschmack) der Himbeergeruch und der Ananasgeruch heterogen und unvergleichbar, weil diese Früchte so ganz anders aussehen. Im Geruchsgebiete ist die Erlebnisstruktur weiter Volksmassen noch durchaus komplex und gegenständlich orientiert, was auch den Mangel des Sprachschatzes an eigentlichen Geruchsnamen erklärt. So war es Sache des psychologischen Versuches, die Geruchsqualität aus den Erfahrungszusammenhängen und aus der Begleitung anderer Hautsinne (namentlich des Geschmackes) zu isolieren, dadurch die Geruchsvergleichung sowie das Geruchskontinuum zu ermöglichen und endlich alle einzelnen psychologischen Faktoren kausal zu erfassen.

Im psychologischen Versuch erhält man danach ein Kontinuum der Gerüche, wobei die reich entwickelte Psychophysik weitergehende Schlüsse erlaubt. Soll dieses experimentell gefundene Kontinuum schematisch dargestellt werden, so muß das Modell überall dort eine Ecke bekommen (wie wir dies vom Farbenoktaeder kennen), wo die Ähnlichkeitsrichtung beim Durchlaufen der Reihe sich ändert. So bleibt man vom Rot durch die Orangetönungen hindurch zu Gelb gehend in derselben Richtung: die Ähnlichkeit zu Rot nimmt mit fortschreitenden Gliedern sinnlich deutlich ab, während sich die Ähnlichkeit zum reinen Gelb steigert; hinter Gelb kommt jedoch etwas Neues: sinnlich ist nichts Rotes mehr da, dafür finder wir allmählich zunehmendes Grün usf. Ganz anders behält man beim Durchlaufen der Tonreihe dieselbe Ähnlichkeitsrichtung ohne Unterbrüche vom tiefsten zum höchsten Ton bei. Im Geruchsgebiete zeigen sich sechs Umkehrpunkte der Ähnlichkeitsrichtung und somit *sechs Geruchsklassen*, auf welche die herkömmlichen Bezeichnungen: *Würzig* (Vertreter sind: Anisaldehyd, Anethol, Chavikol, Hydrochinonäther), *Blumig* (Vertreter sind: Jasmon, Jonon, Zyklo-Citralidentrimethylcarbinol), *Fruchtig* (Vertreter sind: Äthyläther, Linalool, Methylheptenon, Citral), *Harzig* (Vertreter sind: die Pinene, Camphen, Santen), *Brenzlich* (Vertreter sind: Chinolin, Pyridin, Nikotin) und *Faulig* (Vertreter sind: Kakodyle, Merkaptane, Schwefelkohlenstoff) wissenschaftlich fixiert seien. Indem wir nacheinander an den verschiedenen Gerüchen riechen, können wir das Kontinuum durchlaufen. Mit jedem Schritte wird dabei die Ähnlichkeit zum Anfangsglied (etwa Fruchtig) kleiner und die Ähnlichkeit zum Endglied (etwa Harzig) größer; schließlich verschwindet die Ähnlichkeit zum fruchtigen Ausgangspunkt ganz, und allmählich findet sich eine neue Ähnlichkeit (etwa Würzig), die fortschreitend immer stärker wird, während das Harzige mit jedem Gliede abnimmt usf. Diese Übergänge werden schematisch abgebildet durch die Ecken und Kanten eines (regulären trigonalen) *Prismas*.

Allein daneben existieren weitere einfache Gerüche, die sich keineswegs in eine Kante zwischen zwei Ecken einpassen. Vielmehr zeigen manche Aromatika (z. B. das Absinthol) nächste Ähnlichkeit zu mehr als zwei Nachbarn (analog hat eine bestimmte Orangetönung im Farbenoktaeder mehrere ähnlichste Nachbarn: ein röteres, ein gelberes, ein gesättigteres und ein ungesättigteres Orange). Dementsprechend besitzt mancher Riechstoff Ähnlichkeit zu drei Ecken des Geruchsprismas und zwar in verschiedener Stärke. Und so kann man kontinuierlich von einer Prismenecke etwa zu der gegenüberliegenden Prismen-

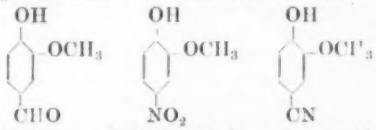
ecke gelangen, ohne den Gerüchen der verbindenden Kanten zu begegnen. Dieser Sachlage wird das Modell gerecht, indem solche Gerüche ihren Platz in den *Flächen* des Prismas erhalten. Und zwar kommen sie je nach dem Ähnlichkeitsgrade zu den verschiedenen Ecken in eine entsprechende Entfernung von den Ecken in den Prismenflächen zu stehen. Solche Körper wären: Moschusgerüche, die selleriartigen Laktone, Thujongerüche usf.

Einfach, d. h. nicht in eine Zweiheit des Erlebnisses aufspaltbar (etwa wie wir beim Einklemmen der Orgeltaste für den Grundton ermüdet nachher nur noch den ersten Oberton hören usf.) sind alle Gerüche, denen chemisch einfache Aromatika (d. h. reine chemische Verbindungen einer Art) als Reiz zugrunde liegen. Indessen können wir (wie im Tongebiete) eine Mischung mehrerer einfacher Gerüche als eine *verschmolzene Einheit* erleben (z. B. Kölnisches Wasser); natürlich lassen sich aus solchen einheitlichen Mischungen mehr oder weniger die einzelnen Bestandteile herausriechen. Während aber das Modell der einfachen Gerüche eine starke Analogie zum Farbenreiche zeigte (es fehlt jedoch etwas dem Farbenkontrast und den Komplementärfarben Analoges), neigen die Verschmelzungsgesetze des Geruchssinnes zu den Gesetzen im Tongebiete (doch fehlt eine Analogie zu den festen Relationen wie der Terz und auch zu der Wiederkehr wie bei der Oktav). Das Geruchskontinuum spielt danach eine Vermittlerrolle zwischen den Gesetzen des Farbsinnes und des Gehörsinnes. So konnte die Geruchsforschung den anderen Sinnesgebieten dort zu Hilfe kommen, wo jene in Sackgassen gelandet waren.

Von diesen rein psychologischen Ergebnissen ausgehend ließ sich nun auch der Chemismus des Geruches etwas weiter aufhellen. *Chemisch* ist der Geruch unweigerlich eine konstitutive Eigenschaft der Materie. *Haycraft* betonte, daß die Geruchsintensität in *homologen Reihen* von den niederen zu den höheren Gliedern zunimmt; zahlenmäßig stimmt dieser Satz nicht genau, auch sind gerade die höchsten Glieder meist geruchlos. Dann machte er das 2., 4. und 6. Glied der 5., 6. und 7. Gruppe des *periodischen Systems* für den Geruch verantwortlich. Zunächst riechen durchaus nicht alle Verbindungen mit solchen Atomen, und dann fehlt mit Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff gerade der wesentlichste Bestandteil der Aromatika. Schließlich suchte man in bestimmten *geruchgebenden* (osmophoren) *Atomgruppen* (die Hydroxyl-, Aldehyd-, Keton-, Ester-, Nitro-, Nitril-, Azimidogruppe usf.) den Geruchschemismus. Zahlreiche riechende Stoffe, so die anorganischen, bleiben dabei unberücksichtigt. Außerdem gibt es eine Menge gleich oder fast gleich riechender Aromatika, die trotzdem durchaus verschiedene Osmophore besitzen. Auf diese geruchgebenden Atomgruppen läßt sich indessen nicht verzichten — ihre Entfernung macht die Verbindung geruchlos —, allein der Chemismus des Geruches bleibt noch vieldeutig.

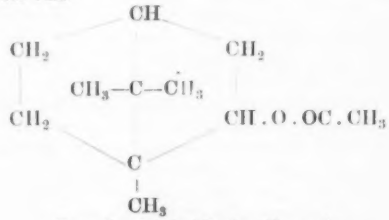
Nötig sind zunächst die Haycraftschen Atome, zu denen Stickstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff (vor allem in Ringform geordnet) hinzugefügt werden müssen. Denken wir an Triäthylsilikol, so wäre die Reihe noch zu erweitern. Solche Atome oder Atomkomplexe sind *Radikale, an die noch osmophore Gruppen treten müssen*, um ein Aromatikum auszumachen. Unsere sechs Geruchsklassen finden dabei jedoch keinen Ausdruck; man denke nur an die Moschussubstitutionen und daran, daß Stoffe der verschiedensten chemischen Klassen (Aldehyde, Säuren usf.) gleich riechen können; außerdem ist auch der Chemismus des Geruches dann noch vieldeutig. Hingegen zeigt sich, daß die Riechstoffe *einer und derselben Geruchsklasse dieselbe Strukturorientierung* der osmophoren Gruppen zu den Radikalen zeigen, und daß Übergangsgerüche zweier Klassen ganz oder teilweise die Bindungseigentümlichkeiten beider Geruchsklassen aufweisen.

Werfen wir einen Blick auf die Konstitutionsformeln gleich oder ganz ähnlich riechender Aromatika: bittermandelartig riechen Benzaldehyd C_6H_5CHO, Nitrobenzol $C_6H_5NO_2$, Benzonitril C_6H_5CN und Azimidobenzol $C_6H_5N_3$, oder denken wir an die Formeln der Obstgerüche, Kampfergerüche usf. Vanillegerüche sind



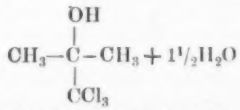
Vanillin. p-Nitroguajakol. p-Cyanguajakol.

Überall findet sich, selbst wenn die Radikale und die Osmophore ganz verschieden sind, bei ähnlich riechenden Stoffen auch die *gleiche Strukturanordnung gerade der osmophoren Gruppen zum Radikal.* Sogar das bisher schwierigste Rätsel, die große (kampferartige) Geruchsähnlichkeit von



Bornylacetat (zyklisches Terpen)

und



Trichlorisobutylalkohol (aliphatischer Körper)

zeigt ein *identisches* Gesicht hinsichtlich der Orientierung der Osmophore zum Radikal. Beim

Trichlorisobutylalkohol wirkt Chlor als durchdringend stechender Reiz für die Enden des Trigeminusnerven der Nasenwurzel, beim Bornylacetat wird dazu noch eine besondere Gruppenanordnung nötig.

Im allgemeinen erhalten wir nun noch mehr Atomgruppen, als sie der Chemismus des Geruches erfordert. Diese dienen aber bekanntlich als Korrelat des Geschmackes, der Stichempfindung, der Farbe, der Lumineszenz, der Fluoreszenz, der toxischen Giftigkeit usf. und sind gesondert von der Geruchswirkung zu betrachten. Darauf ließen sich für jede der gefundenen Geruchsklassen bestimmte Bindungsanordnungen[1]) der osmophoren Gruppen ermitteln.

Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie vom 20. bis 22. Dezember in Berlin.

Die Hauptversammlung der Bunsen-Gesellschaft hat unter Beteiligung von mehr als Hundert Mitgliedern stattgefunden. Aus der Zahl der Vorträge, die zum Teil zu lebhafter Diskussion Anlaß gaben, sei hier über einige berichtet, die Gegenstände von allgemeinerem Interesse betrafen.

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. *Theodor Paul* (München) sprach über die Entsäuerung des Weines mit Dikaliumtartrat. Zur Verbesserung der Weine, die in schlechten Weinjahren zu viel Säure enthalten, wandte man bisher in Deutschland im wesentlichen zwei Methoden an: die Zuckerung mit nachfolgender Vergärung und die Entsäuerung mit kohlensaurem Kalk. Die Zuckerung bietet für die Praxis den Vorteil, daß eine Volumenvermehrung des Weines damit verbunden ist, die jetzt das Gesetz bis zu 33 % zu steigern erlaubt. Im Herbst 1916 gelangten im ganzen 170 000 dz Zucker für die Zwecke der Entsäuerung zur Verteilung. Es ist also jetzt eine Aufgabe von nicht geringer Bedeutung, die Brauchbarkeit von Ersatzverfahren zu prüfen. Über die wissenschaftlichen Grundlagen der Entsäuerung mit kohlensaurem Kalk hatte der Vortragende auf der vorjährigen Hauptversammlung berichtet. Die Methode eignet sich vorzüglich zur Verbesserung von zu sauren Weinen, sie stellt jedoch keinen einfachen Neutralisationsvorgang dar, sondern hat eine weitgehende Veränderung der Konstitution des Weines und eine erhebliche Verschiebung der chemischen Gleichgewichte zur Folge. Es dauert auch längere Zeit, ehe der verbesserte Wein flaschenreif ist. Die Anwendung der physikalisch-chemischen Lehren auf die Weinchemie führte zu dem Versuch, den Säuregrad durch Hinzufügen von weinsauren Salzen herabzusetzen, was auf der Rückdrängung der Dissoziation der Weinsäure durch die gleichionigen Salze beruht. Den Vorschlag, das Dikaliumtartrat zur Entsäuerung der Weine zu verwenden, hat bereits *Liebig* gemacht und über erfolgreiche Versuche damit ausführlich berichtet; der Vorschlag war trotzdem unbeachtet geblieben. Um die theoretischen Grundlagen des Verfahrens festzustellen, sind sehr eingehende Versuche angestellt worden. Einen ausführlichen Bericht darüber bringt die Zeitschrift für Elektrochemie. Als Hauptergebnisse sieht der Vortragende die folgenden an:

Die Entsäuerung des Weines mit Dikaliumtartrat beruht in erster Linie auf dem chemischen Gleichgewicht zwischen Weinsäure und Dikaliumtartrat. Obwohl sich die Einwirkung dieses Salzes auf die Weinsäure im allgemeinen nach der Reaktionsgleichung abspielt:

$$K_2 C_4 H_4 O_6 + H_2 C_4 H_4 O_6 = 2\ HKC_4 H_4 O_6,$$

wobei sich das Monokaliumtartrat nach Überschreitung seines Löslichkeitsproduktes aus der Lösung ausscheidet, gestaltet sich doch die Verminderung der Wasserstoffionen in der Lösung, auf die es hier ankommt, bei Zusatz steigender Mengen von Dikaliumtartrat wesentlich komplizierter. Da der Weinstein im Wasser ziemlich löslich ist (1 Liter reines CO_2-freies Wasser löst bei + 18° 4,903 g = 0,026 07 g-Mol $HKC_4H_4O_6$), so findet zunächst beim Hinzufügen des Dikaliumtartrats eine Anreicherung der Lösung an Monokaliumtartrat statt, die eine starke Rückdrängung der Wasserstoffdissoziation der Weinsäure zur Folge hat. Nachdem die Ausscheidung des Weinsteins begonnen hat, geht bei weiterem Zusatz von Dikaliumtartrat die Verminderung der Wasserstoffionen regelmäßiger vor sich. Die hierbei auftretenden Gleichgewichte wurden theoretisch und experimentell untersucht, wobei sich eine befriedigende Übereinstimmung ergab.

Die deutschen Weißweine enthalten im Durchschnitt 80 g Alkohol im Liter. Dieser Alkoholgehalt vermindert die Löslichkeit des Weinsteins sehr erheblich (1 Liter wässeriger Alkohol, der 80 g Alkohol im Liter enthält, löst bei + 18° 2,935 g = 0,015 60 g-Mol $HKC_4H_4O_6$), und infolgedessen verschieben sich die chemischen Gleichgewichte bei der Entsäuerung einer solchen alkoholhaltigen Weinsäurelösung mit Dikaliumtartrat gegenüber der wässerigen Lösung wesentlich. Dies hat u. a. zur Folge, daß die in der letzteren am Anfang beobachtete unverhältnismäßig starke Verminderung der Wasserstoffionen sich anders gestaltet. Auch diese Gleichgewichte wurden eingehend untersucht.

Obwohl der Wein bei seinem Werdegang infolge der Abscheidung von Weinstein zeitweise eine gesättigte Lösung von Monokaliumtartrat darstellt, vermag der fertige Wein im allgemeinen noch erhebliche Mengen davon aufzunehmen. So lösten sich in einem Moselwein (Thörnicher 1913er, vom Säuregrad 1,12 = 1,12 mg-Ion H^+ in 1 Liter) 0,6950 g $HKC_4H_4O_6$, und in einem Pfalz-

[1]) Vgl. Der Geruch, Leipzig, J. A. Barth, 1916, S. 281—305, wo ich alle fremden und eigenen Versuche und Tatsachen sammelte.

wein (Deidesheimer Kieselberg 1913er, vom Säuregrad 0,611 = 0,611 mg-Ion $H^{\cdot}$ in 1 Liter) 0,8390 g $HKC_4H_4O_6$. Da der Wein bereits Weinstein gelöst enthält, so läßt sich erwarten, daß die in jenen Lösungsmitteln beobachtete anfängliche große Säuregradsverminderung erheblich geringer ist. Wie die an einigen naturreinen Weinen aus verschiedenen deutschen Weinbaugebieten mit Dikaliumtartrat angestellten Versuche lehrten, ist dies tatsächlich der Fall. Beim Wein gestalten sich die Verhältnisse insofern komplizierter, als er außer der Weinsäure noch andere Säuren, wie Milchsäure, Äpfelsäure, Bernsteinsäure und Essigsäure in geringen Mengen enthält.

Bei der Entsäuerung des Weines mit Dikaliumtartrat gelangen keine Fremdkörper in den Wein, da Weinsäure und Kalium in jedem Wein vorhanden sind. Außerdem werden diese Stoffe größtenteils wieder ausgeschieden. Vor der Entsäuerung mit kohlensaurem Kalk hat diese Methode den Vorteil, daß sie keinen so tiefen Eingriff in das Wesen des Weines bedeutet und keine längere Lagerung nach der Entsäuerung bedingt. Die Abscheidung des gebildeten Weinsteins geht wegen seiner Eigenschaft, gut zu kristallisieren, glatt und im wesentlichen ohne Auftreten von Trübungen vor sich, so daß der Wein alsbald trinkfertig ist. Von besonderem Interesse ist die Entsäuerung des Weines mit Dikaliumtartrat im Hinblick auf den während des gegenwärtigen Krieges bestehenden und in den nächsten Jahren zu erwartenden Zuckermangel. Da nach den derzeitigen gesetzlichen Bestimmungen diese Entsäuerung nicht zulässig ist, dürfte es zweckmäßig sein, das Dikaliumtartrat in die Zahl der Stoffe aufzunehmen, die bei der Kellerbehandlung (§ 4 des Weingesetzes vom 7. April 1909) dem Wein zugesetzt werden dürfen.

Das Verfahren der Weinentsäuerung mit Dikaliumtartrat ist auch physiologisch von Interesse zur Prüfung der Frage, ob der saure Geschmack einer Flüssigkeit nur von ihrem Gehalt an freien Wasserstoffionen abhängt. Wohl ist es möglich, bei ein und derselben Säure, z. B. Salzsäure, den Grad der Verdünnung durch den Geschmack zu unterscheiden, beim Vergleich verschiedener Säuren schmecken aber nicht die mit gleichen Konzentrationen an Wasserstoffionen gleich sauer, sondern die Lösungen der schwächeren Säuren schmecken verhältnismäßig zu sauer. Der Grund ist, daß auch die Anionen und die nicht dissoziierten Anteile der Säuren eine spezifische Geschmacksempfindung auslösen. Durch abgestuften Zusatz von Dikaliumtartrat zu ein und demselben Wein gelingt es nun, die Konzentration der Wasserstoffionen zu verändern, ohne daß die anderen am Geschmack beteiligten Faktoren wesentlich mitverändert werden. Der auf der vorjährigen Versammlung von *E. Beckmann* gegebenen Anregung, dies durch eine Kostprobe zu demonstrieren, kam der Vortragende jetzt nach. Ein ziemlich saurer Wein war in vier Stufen mit Dikaliumtartrat entsäuert worden, so daß in je einem Liter der — mit Hilfe der Zucker-Inversionsgeschwindigkeit festgestellte — Gehalt an freien Wasserstoffionen betrug: 1,8; 0,95; 0,55; 0,25 mg $H^{\cdot}$. Es war eine große Anzahl Gläserreihen aufgestellt, deren jede aus vier Gläsern bestand, die mit Kennziffern versehen waren. Jeder der Teilnehmer hatte nach der von ihm vorgenommenen Kostprobe die Kennziffern der Weine nach der Stärke ihres sauren Geschmacks zu ordnen. 60 % der Teilnehmer führten die Probe ohne Fehler und 29 % mit nur einem Fehler aus, womit erwiesen ist, daß die Stärke des sauren Geschmacks eines stufenweise entsäuerten Weines seinem Säuregrad, d. h. der Konzentration der darin enthaltenen Wasserstoffionen parallel geht und daß geringe Unterschiede von 0,3 mg-Ion Wasserstoff im Liter auch von Ungeübten durch den Geschmack festzustellen sind.

Prof. Dr. *W. Böttger* (Leipzig) behandelte die Herstellung fadenförmiger Kristalle (Kristalldraht für Glühlampen) nach dem Verfahren der Firma Julius Pintsch A.-G. Wenn man Wolfram mit einer geringen Menge, etwa 2 %, von Thoriumoxyd versetzt, daraus unter Zusatz eines Bindemittels eine Paste knetet und diese zu Fäden verspritzt, so zeigt sich beim Brennen derartiger Fäden, daß die Ausbildung kristallinischen Gefüges durch den Thoriumoxydzusatz erheblich begünstigt wird. Die Fäden bestehen dann aus zahlreichen Stücken mit glänzenden Flächen und Kanten. Die einzelnen Stücke besitzen hohe Knickbarkeit, während die Stellen, wo solche Stücke aneinander grenzen, beim Biegungsversuch leicht durchbrechen. Es entstand so die Aufgabe, die einzelnen Kristalle nach einmal eingeleiteter Kristallbildung möglichst ohne Unterbrechung weiter wachsen zu lassen. Es gelang das dadurch, daß man die Fäden nach Passieren einer Vorwärmzone, in der die Auflösung des Thoriumoxyds stattfindet, mit schroffem Anstieg der Temperatur durch eine Temperaturzone von 2400 bis 2600° leitete, in der die Fertigformierung und die Kristallisation vor sich geht. Das Tempo war dabei so zu bemessen, daß die Kristallisationsgeschwindigkeit die Geschwindigkeit der Durchführung des Fadens übertrifft. Daß der so gewonnene Draht tatsächlich kristallinisches Gefüge mit Individuen von zum Teil vielen Metern Länge bei nur einigen hundertstel Millimetern Durchmesser besitzt, läßt sich bei der Untersuchung angeätzter Fäden erkennen. Dabei bilden sich auch die äußeren Merkmale von Kristallen — die Begrenzung durch ebene Flächen — aus, was übrigens auch nach längerem Brennen in der Birne und bei manchen Kristallen schon nach dem Formieren eintritt. Der ursprünglich nahezu kreisförmige Querschnitt weist danach achteckige Begrenzung auf. Ein Vorzug des Kristalldrahtes gegenüber gezogenen Drähten besteht darin, daß er auch bei längerer Brenndauer nicht die auf der Rekristallisation beruhenden, leichte Zerbrech-

barkeit bewirkenden Veränderungen aufweist. Mit großem Interesse wurden am Tage nach der Versammlung auf Einladung der Firma Pintsch die Einrichtungen besichtigt, mit denen die technische Herstellung des Kristalldrahtes erfolgt.

Im Zeichen des Krieges standen die Vorträge von Dr. *R. Becker* (Bergedorf): Zur Theorie der Detonation, und von Dr. *J. Eggert* und Dr. *H. Schimank* (Berlin): Einige Vorlesungsversuche zur Theorie der Explosivstoffe. Auch der Vortrag von Prof. Dr. *K. Arndt* (Charlottenburg) ist hierher zu rechnen. Er behandelte die Elektrochemie der Taschenlampenbatterien und zeigte, wie erstaunlich wenig durchgearbeitet dieser so wichtig gewordene kleine Apparat ist. Bei der Prüfung der Arbeitsleistung der üblichen Batterien zeigte sich, daß 25 % Mangansuperoxyd und 50 bis 80 % Zink über den vom Faradayschen Gesetz geforderten Betrag hinaus durch chemische Nebenvorgänge verbraucht werden. Die unbrauchbar gewordenen Batterien enthalten noch rund zwei Drittel des ursprünglich vorhandenen Zinks und Mangansuperoxyds, von jedem noch etwa 10 g, dazu ebensoviel Graphit. Schätzen wir unseren jährlichen Gesamtverbrauch auf 30 Millionen Batterien, so liegen in den entladenen Batterien insgesamt 300 000 kg Zink, ebensoviel Mangansuperoxyd und Graphit. Diese großen Mengen wertvoller Stoffe, ganz abgesehen von den Kohlestäbchen, Metallstreifen usw., werden bis jetzt zumeist weggeworfen, während man sonst in der Technik auf sorgfältigste Verwertung aller Abfälle bedacht ist.

Prof. Dr. *R. Zsigmondy* (Göttingen) sprach über Koagulation. Wie bei Gasen Abweichungen vom Boyleschen Gesetz bei höheren Konzentrationen besonders auffällig sind, so konnte man Ähnliches auch bei kolloiden Lösungen und Suspensionen erwarten. In der Tat wurde derartiges bei Rauchteilchen von *R. Lorenz* und *Eitel* und bei Gummiguttemulsionen von *Costatin* beobachtet, und die Art der Abweichung läßt auf Abstoßung der einander stark genäherten Teilchen schließen. Ebenso läßt sich aus zahlreichen Tatsachen folgern, daß auch bei normal elektrisch geladenen Kolloidteilchen der verdünnten Hydrosole Abstoßung eintritt, sobald die Teilchen durch die Brownsche Bewegung einander sehr stark genähert werden. Reine kolloide Goldlösungen würden nicht jahrelang haltbar sein, wenn deren Ultramikronen bei ihren Zusammenstößen bis zur Berührung kommen würden.

Umgekehrt macht es die nach Entladung der Teilchen sehr schnell eintretende weitgehende irreversible Koagulation derselben Goldhydrosole wahrscheinlich, daß zwischen den unelektrischen Teilchen Anziehungskräfte bestehen, welche die Koagulation beschleunigen.

Nimmt man an, daß die Teilchen (im isoelektrischen Gebiet) von Anziehungssphären umgeben sind, derart, daß jedes Teilchen, dessen Mittelpunkt in die Anziehungssphäre eines zweiten gelangt, sich momentan mit ihm vereinigt, so muß die Größe des Radius dieser Sphäre (R) von wesentlichem Einfluß auf die Koagulationsgeschwindigkeit sein. Die Koagulationszeit T (Zeit, die zur Verminderung der Teilchenzahl auf die Hälfte gebracht wird) wird dann bei vollständiger Entladung der Teilchen bestimmt sein von der ursprünglichen Teilchenzahl n_0, vom Diffusionskoeffizienten D, der Brownschen Bewegung und von der Größe des Radius R. Eine neue, auf derartigen Grundlagen ruhende Theorie der Koagulation hat *v. Smoluchowski* gegeben und darüber in Göttingen vorgetragen[1]). Voraussetzung für die Prüfung seiner Formel, die aus der Änderung der Teilchenzahlen mit der Zeit den Radius der Attraktionssphäre berechnen läßt, ist allerdings, daß es gelingt, die Ultramikronen möglichst momentan zu entladen, und daß alle störenden Momente, die bei der langsamen Koagulation zuweilen beobachtet worden sind, durch geeignete Versuchsbedingungen ausgeschaltet werden.

Die Vorarbeit zu der eigentlichen ultramikroskopischen Untersuchung des Koagulationsvorgangs hat schon zu recht interessanten Resultaten geführt und überraschend einfache Gesetzmäßigkeiten erkennen lassen. Als Indikator für die bis zu einem bestimmten Grade vorgeschrittene Koagulation diente dabei der Farbenübergang der Flüssigkeit von Rot in eine leicht erkennbare Nuance von Violettrot. Die zugehörige Zeit wird als Koagulationszeit $t_{(V\,R)}$ bezeichnet.

Es zeigte sich, daß jede reine kolloide Goldlösung, die in bestimmter Konzentration zur Anwendung kommt, ein Gebiet kleinster Koagulationszeit besitzt, das bei mäßiger Elektrolytkonzentration schon erreicht wird und sich über weite Gebiete derselben erstreckt.

Die kleinste Koagulationszeit ist unabhängig von der Art des Elektrolyten, vorausgesetzt, daß man gewisse Vorsichtsmaßregeln anwendet und Umladung sowie Schutzwirkung durch Hydrolysenprodukte vermeidet.

Bei einem bestimmten Goldhydrosol wächst die Koagulationszeit annähernd umgekehrt proportional der Goldkonzentration.

Die ultramikroskopische Untersuchung des Koagulationsvorgangs hat zu einer Bestätigung der v. Smoluchowskischen Koagulationstheorie und zur Erkenntnis geführt, daß die entladenen Ultramikronen der Goldhydrosole sich auf kleine Entfernungen bereits anziehen, daß die berechneten Radien der Attraktionssphären aber von der Größenordnung der Teilchenradien sind und diese nur um das Zwei- bis Dreifache übertreffen.

Eine eigenartige Methode zur Gasanalyse durch Leitfähigkeitsmessung beschreibt Prof. Dr. *F. Krüger* (Danzig-Langfuhr). Man mißt dazu den Sättigungsstrom in einem Gemisch zweier Gase, das durch die α-Strahlen z. B. von Polonium leitend gemacht wird. Man macht die Länge des Ionisationsgefäßes so groß, daß sie gleich der

[1]) Physikal. ZS. *17*, 357 u. 585 (1916).

Reichweite der α-Strahlen in dem dichteren der beiden Gase ist. Wird ein Teil des Gases durch ein weniger dichtes Gas ersetzt, so werden die α-Strahlen nicht mehr völlig absorbiert. Die Ionisation und der Sättigungsstrom sind also geringer. Man kann aus der Messung des Sättigungsstromes so den Prozentgehalt in einem Gemisch zweier gegebenen Gase bestimmen. Der Vortragende zeigt, daß man dabei auch die Messung stationärer Ausschläge verwenden kann, wenn man hinreichend große Widerstände zu dem Elektrometer parallel schaltet. Er hat solche hochohmigen Widerstände ($5 . 10^{8}$ bis $3 . 10^{13}$ Ohm) hergestellt durch Niederschlagen von Platin durch Kathodenzerstäubung auf Bernsteinstäbe.

Prof. Dr. *A. Stock* (Berlin-Dahlem) demonstrierte fettfreie Ventile für Arbeiten mit Gasen und eine selbsttätige Quecksilberluftpumpe. Prof. Dr. *M. Bodenstein* sprach über die physikalisch-chemischen Bedingungen der hüttenmännischen Zinkgewinnung, Prof. Dr. *D. Holde* über die Prüfung kolloidaler Graphite, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. *F. Mylius* (Charlottenburg) über normierte Metalle, das sind auf Veranlassung der Physikalisch-technischen Reichsanstalt hergestellte besonders reine Metalle, die von jetzt ab, nach Bestimmung ihrer Verunreinigungen, unter Beigabe amtlicher Prüfungsscheine als „normierte Metalle" in den Handel gebracht werden. Ein Beispiel für umkehrbare Reaktion und Komplexbildung behandelte Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. *K. Elbs* (Gießen); die Umwandlung von Hypochlorit in Chlorat in alkalischer Lösung Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. *F. Förster* (Dresden). Prof. Dr. *H. v. Euler* (Stockholm) sprach über Löslichkeitsbeeinflussung durch Salze, Prof. Dr. *Rothmund* (Prag) über das sogenannte Antozon, Prof. Dr. *O. Hönigschmid* (Prag) über das Thoriumblei, Dr. *F. Günther* (Berlin) über Studien zum elektromotorischen Verhalten des Bleis und Prof. Dr. *L. Wöhler* (Darmstadt) über Bestimmung des heterogenen Wasserdampfgleichgewichts. *C.*

Besprechungen.

Ohm, Joh., Das Augenzittern der Bergleute und Verwandtes. Bericht, vorgelegt der von der preußischen Regierung zur Erforschung des Augenzitterns der Bergleute eingesetzten Kommission. Berlin, Julius Springer, 1916. XII, 292 S. und 118 Fig. im Text. Preis M. 15,—.

Den Kern des Buches bilden 5 in v. Gräfes Arch. f. Ophthalmol. 1915—16 veröffentlichte Aufsätze. Es zerfällt in 4 Abschnitte. Der 1. Abschnitt macht uns mit der Veranlagung zum Augenzittern und dem Krankheitsbilde bekannt. Wir lernen die Beziehungen kennen, welche das Augenzittern zur Nationalität, zum Allgemeinzustand, zur Körpergröße, zum Alkoholismus und zur Heredität besitzt. Insbesondere wird der Augenbefund beim Augenzittern der Bergleute eingehend geschildert und die Einwirkung, welche äußere und innere Augenkrankheiten, Unfälle, Herabsetzung der Sehschärfe, Refraktion, Akkommodation, Lichtsinn, Störungen in der Beweglichkeit des Auges und der binokulare Sehakt auf das Zustandekommen des Augenzitterns besitzen, sorgfältig analysiert. Es wird gezeigt, daß die Herabsetzung des Lichtsinns beim Zustandekommen des Augenzitterns die wichtigste Rolle spielt, daß von geringerer Bedeutung sind Körpergröße, Alkoholismus, Schielablenkung und ein noch unbestimmter Faktor, den Verf. mit X bezeichnet.

Von besonderer Bedeutung ist die Darstellung des Krankheitsbildes. Es ist dem Verf. gelungen, durch Ausarbeitung einer einfachen und zuverlässigen Vorrichtung zur graphischen Registrierung der Augen- und Lidbewegungen eine reichhaltige Sammlung von Kurven anzulegen, welche den sehr wechselvollen Charakter des Leidens erläutern und durch sorgfältige Analyse der einzelnen Zuckungen, durch genaue Ausmessung ihrer Größe, Bahn und Dauer sehr wertvolle Aufschlüsse ergeben über den Einfluß der Augenstellung, der Akkommodation, der Deutlichkeit des zentralen Sehens, der Bewegung und Haltung des Körpers, des galvanischen Stroms, der Medikamente und der seelischen Einflüsse auf das Augenzittern. Wir erfahren, daß die Zuckungsdauer im Hellen geringer ist als im Dunkeln, daß sie bei Aufwärtsbewegung der Augen zunimmt, daß Zittern beim Blick nach abwärts selten auftritt, daß die Peripherie des Blickfeldes ganz oder fast ganz frei von Zittern ist, daß die Akkommodation und Konvergenz in der Regel beruhigend auf das Zittern einwirken, daß die Dunkelheit auf das Augenzittern der Bergleute einen erregenden, das Licht einen beruhigenden Einfluß ausübt, daß schlechte zentrale Sehschärfe das Auftreten des Augenzitterns begünstigt, daß heftige körperliche Erschütterungen das Augenzittern verschlimmern, daß unter den 4 wagerechten Lagen des Körpers die Bauchlage fast immer die ungünstigste, die Rückenlage die vorteilhafteste ist, daß der Alkohol das Zittern vermindern und in schlimmen Fällen sogar ganz beseitigen kann, und daß in ähnlicher Weise die dem Alkohol verwandten Sedativa und Hypnotika wirken.

Der 2. Abschnitt ist den Beziehungen gewidmet, welche zwischen dem Augenzittern der Bergleute und dem Dunkelnystagmus der Tiere, dem Pendelzittern der Kinder, dem Zittern der Greise bestehen. Verf. fußt hier z. T. auf eigenen Versuchen an Hunden und Katzen. Er zeigt, daß das Augenzittern der Bergleute mit demjenigen der genannten Fälle sehr große Übereinstimmung aufweist, und deckt den großen Einfluß auf, welcher dem Licht ganz allgemein auf die quergestreifte Muskulatur zukommt.

Im 3. Abschnitt werden die Theorien des Augenzitterns kritisch beleuchtet und eine eigene Definition aufgestellt. Von den bisherigen Theorien (Beleuchtungstheorie, Theorie der Reidschen Äquilibrierungsstörung, *Ruttens* Gegenrollungstheorie, labyrinthäre Theorie) wird namentlich die letztere an der Hand des vorhandenen Tatsachenmaterials einer eingehenden Prüfung unterzogen. Aus seinen eigenen Beobachtungen folgert der Verf., daß das Augenzittern der Bergleute eine reflexartige Erscheinung darstellt, von der 2 Innervationen zu unterscheiden sind, eine erregende, die vom Labyrinth herrührt, und eine hemmende, die vom Großhirn stammt. Beide treffen später in den Ganglienzellen des peripherischen motorischen Neurons, d. h. in den Augenmuskelkernen zusammen, von denen letzten Endes die motorische Entladung des Augenzitterns ausgeht. Der Verf. definiert demnach das Augenzittern der Bergleute als eine durch Lichtmangel und andere am Labyrinth angreifende Berufsschädlichkeiten entstehende Störung des Labyrinthtonus einzelner

Muskeln bzw. Muskelgruppen, deren Wesen in zu kräftigen und zu seltenen Innervationsreizen besteht.

Der letzte Abschnitt behandelt die praktischen Gesichtspunkte des Augenzitterns. Die Erkennung des Augenzitterns, der Verlauf der Erkrankung in den einzelnen Phasen, die Klagen und Beschwerden der von Augenzittern betroffenen Bergleute, die Arbeitsfähigkeit und der Umfang der Erwerbsschädigung, schließlich die Behandlung und Verhütung des Augenzitterns werden an der Hand der früheren Erfahrungen und Vorschläge sowie der eigenen Beobachtungen sorgfältig geschildert, und mit Rücksicht auf die Hauptschädigung, welche bei der Entstehung des Augenzitterns in Frage kommt, die günstigen Aussichten bei Verbesserung der Grubenbeleuchtung betont.

Die Monographie *Ohms* stellt eine sehr wertvolle Bereicherung unseres Wissens über die bisher wenig erforschte Berufskrankheit der Bergleute dar. Wenn sie auch nicht in allen Punkten völlige Klarheit geschaffen hat, so hat sie doch durch die sorgfältige Behandlung und das intensive Eindringen in den Stoff, insbesondere durch die umfangreichen eigenen Untersuchungen das zurzeit noch etwas dunkle Gebiet des Augenzitterns bei Bergleuten sehr wesentlich aufgehellt. Die Ohmsche Arbeit bildet für jeden, der sich über diese Materie orientieren will, ein unentbehrliches Hilfsmittel.

G. Levinsohn, Berlin.

Bleuler, E., Lehrbuch der Psychiatrie. Berlin, Julius Springer, 1916. VIII, 518 S. und 49 Figuren. Preis geh. M. 12,—, geb. M. 13,80.

Bleuler ist als ausgezeichneter Kliniker bekannt. In der zeitgenössischen Psychiatrie, in der klinische Beobachtungskunst so selten ist, fällt er auf durch eine originale Fähigkeit psychopathologischen Sehens. Von seiner psychologischen Einstellung aus hat er dem Freudianismus in der Psychiatrie zur Geltung zu verhelfen versucht. Wenn ein solcher Autor ein neues Lehrbuch der Psychiatrie schreibt, darf man gespannt sein. Denn zusammenfassende Lehrbücher bedeuten in der Psychiatrie etwas ganz anderes als in den übrigen medizinischen Wissenschaften. Allgemein anerkannt, objektiv demonstrierbar, in lernbarer und von vielen tatsächlich gelernter Methode zu fördern, ist nur die neurologische und hirnpathologische Seite der Psychiatrie. Das eigentlich Psychiatrische selbst ist überall bestritten. Nimmt man zusammen, was alles von der Kritik bezweifelt oder ganz negiert ist, so dürfte kaum ein erheblicher Rest psychiatrischen Wissens übrig bleiben. Jedenfalls ließe sich daraus kein Lehrbuch machen. Es gibt ferner bei den Psychiatern kein allgemeines Niveau psychiatrischer Bildung, keine verbreitete und sicher lernbare psychiatrische Methode des Forschens und Untersuchens, des Beschreibens, des Denkens und des Demonstrierens. Wer ein psychiatrisches Lehrbuch schreiben will, ist in allem Wesentlichen auf sich selbst angewiesen, sofern er nicht ein Vielerlei geläufiger Redensarten, verbreiteter Einzelauffassungen, gebräuchlicher begrifflicher Schemata bloß chaotisch mit inneren Widersprüchen nebeneinanderstellen mag. Er bedarf einer eigenen Gesamtanschauung.

Solche Gesamtanschauung ist in der Psychiatrie auf das schwierigste zu gewinnen. Die Psychiatrie hat es mit dem Menschen als einem Ganzen zu tun und sie braucht für die Auffassung der Menschen die Begriffsbildung eigentlich auch der gesamten Geisteswissenschaften. Sie will im Grunde an dem begrenzten Material seelisch Kranker erkennend dasselbe leisten, was die Geisteswissenschaften dem Menschen überhaupt gegenüber leisten, wie er in dem Riesenmaterial jahrtausendalter Geschichte gesehen werden kann. Mit dem daraus sich ergebenden Maßstab gemessen ist alle psychiatrische Begriffsbildung bis heute dilettantisch, zufällig, naiv. Gerade darum besteht immer das Bedürfnis nach einer Totalanschauung der Welt, die hier zu erforschen ist, nach einem Rahmen, dem sich das unendliche Einzelne der psychiatrischen Beobachtung einordnen kann.

Charakterisieren wir von diesem Gesichtspunkt aus das Bleulersche Buch: Es gehört zu denen, welchen die begriffliche und denkmethodische Abhängigkeit von den Geisteswissenschaften nicht bewußt ist. Daraus entspringt die eigentümliche Selbstverständlichkeit, mit der so ganz nebenbei über „Erkenntnistheoretisches" gesprochen wird, mit der „die bisherige Psychologie" geradezu als ein Hindernis der Erkenntnis abgelehnt wird, mit der freundlich anerkannt wird: „Die Geschichte fängt endlich an, psychologisch und damit zur verstehenden Wissenschaft zu werden". Gewiß hat *Bleuler* zu einem guten Teil Recht, zu sagen: „Zurzeit führt einer der wichtigsten, wenn nicht der wichtigste Weg zur Erkenntnis der menschlichen Seele über die Psychiatrie", aber der Weg über die Geschichte ist noch viel ergiebiger, und die ihn gegangen sind, stehen in ihren besten Repräsentanten wissenschaftlich unendlich hoch über allem, was je zur Psychiatrie geschrieben worden ist. Das Bleulersche Buch gehört ferner zu denen, die nicht eine klare Konstruktion des Ganzen der bisherigen Begriffsbildung, einen Bau, der wohlgeordnet ist, erstreben, sondern die bloß nebeneinanderstellen, beschreiben, aufzählen. Daraus entspringt die Peinlichkeit der Lektüre für den Anfänger, der auf diese Masse von Bemerkungen und Tatsachen, Behauptungen und Erwägungen, wie mir scheint, reagieren muß mit dem Gefühl: das ist nicht gehauen und nicht gestochen, das ist unklar und unübersichtlich. Darin unterscheiden sich aber alle psychiatrischen Lehrbücher nur gradweise, weswegen sie alle bei denkenden Köpfen in geringem Ansehen stehen, und *Bleuler* leistet nicht schlechter als andere, was er sich zur Aufgabe setzte: „Das Buch soll das dem Mediziner für die Praxis notwendige Wissen vermitteln helfen."

Dieser negativen Charakteristik kann man aber gerade bei dem Bleulerschen Buche eine positive entgegenstellen. Wenn ihm die gedankliche Schärfe und Konstruktion fehlt, so hat er auch hier seinen klugen Blick für psychiatrische Dinge in vielen einzelnen Bemerkungen erwiesen. *Bleuler* hat eine Gesamtanschauung, aber er hat sie zum großen Teil im Instinkt; sie ist erkennbar nur im Einzelnen. Dafür ließen sich sehr viele Beispiele anführen, etwa: wenn er an dem Falle des Schulmädchens, das dem anderen eine Sparbüchse einrichtet, eine Reihe psychologischer Zusammenhänge klarmacht (S. 17/18), wenn er über Zusammenbestehen von Wortreichtum und Begriffsarmut ebenso wie von Wortarmut und Begriffsreichtum spricht, wenn er feststellt: „Die Intelligenzprüfung bleibt trotz aller Vorschriften ebensowohl eine Probe auf die Intelligenz des Arztes wie auf die des Patienten" oder: „Die jetzige medizinische Erziehung hindert die psychologische Erkenntnis nicht bloß deswegen, weil sie sie ignoriert, sondern noch viel mehr, weil sie anders gerichtete Assoziationen stiftet und dadurch das psychologische Denken ge-

radezu hemmt." Am meisten originale Beobachtungen hat *Bleuler* an der Schizophrenie gemacht (wie er zweckmäßig die Dementia praecox umgetauft hat). Wie das früher erschienene Buch dieses Autors über diese Krankheit eine der allerbesten Klinikerleistungen der letzten Dezennien ist, so ist auch wohl das Kapitel über sie in diesem Lehrbuch eine der besten Partien.

Das Werk umfaßt das Gesamtgebiet der Psychiatrie. Die ersten 160 Seiten enthalten eine psychologische Einleitung, eine allgemeine Psychopathologie und eine Reihe allgemeiner Erörterungen über Differentialdiagnosen u. dergl. Dann folgt auf ca. 300 Seiten eine Darstellung der einzelnen Geisteskrankheiten. Den Abschluß bilden ca. 50 Seiten über gerichtliche Psychiatrie.

Die Darstellung der einzelnen Geisteskrankheiten enttäuscht, weil sie in einem völligen Anschluß an *Kraepelin* erfolgt. Das hat *Bleuler* bewußt getan. Er hält den von *Kraepelin* gewonnenen Standpunkt für ganz befriedigend. Von ihm aus lasse sich beständig neuer Boden erobern. *Bleuler* folgt darum absichtlich in allem Wesentlichen der Einteilung *Kraepelins*, die so ziemlich in der ganzen Welt verstanden werde. Sogar wenn er bei den präsenilen Psychosen eigentlich eine andere Gruppierung für richtiger hält, bleibt er bei *Kraepelin* mit den Worten: „Ich mag aber *Kraepelins* Schema nicht auseinanderreißen." *Kraepelin* wird auch im übrigen ungewöhnlich viel zitiert — während die übrigen Literaturangaben vielfach einen zufälligen und wahllosen Eindruck machen. In früheren Schriften *Bleulers* spielte manchmal eine entscheidende Rolle *Freud*, der jetzt ganz erheblich zurückgetreten ist.

Bleulers Werk ist, wie alle Schriften dieses Autors, ein Ausdruck starken psychologischen, im eigentlichen Sinne psychiatrischen Interesses. Aber dieses Mal scheint dem Referenten *Bleulers* Kraft gelitten zu haben durch Anpassung an das Gebräuchliche, wie es heute unter *Kraepelins* Namen geht. So ist das Buch nicht einheitlich, wird aber vielleicht gerade dadurch seinem Zwecke, ein orientierendes Lehrbuch für viele zu sein, gerecht. *Karl Jaspers, Heidelberg.*

Henning, Hans, Der Geruch. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1916. VIII, 533 S. Preis geh. M. 15,—, geb. M. 17,—.

Der Zustand, in dem sich die Lehre vom Geruchssinn vor dem Erscheinen dieses vortrefflichen Buches befand, war höchst unbefriedigend. Wir waren nicht in der Lage, die Grundqualitäten des Geruches anzugeben, mußten nach *Zwaardemaker* annehmen, daß wir es im Bereich des Geruchssinnes mit einer Anzahl nicht nur qualitativ, sondern modal verschiedener Sinnesempfindungen, also mit einer Vielheit von Sinnesorganen zu tun hätten, und stießen in bezug auf die allgemeinen Fragen der Sinnesphysiologie beim Geruchssinn auf anscheinende Ausnahmen von Gesetzmäßigkeiten, die sonst bei allen anderen Sinnen zutrafen. Die großen Untersuchungen *Hennings* haben diesem Zustande ein Ende gemacht und uns mit einem Werk beschenkt, in dem alle allgemein wichtigen Fragen der Lehre vom Geruch in einer Weise behandelt werden, die den Anforderungen voll entspricht, die man an eine moderne Bearbeitung sinnesphysiologischer Fragen stellen muß. Es ließe sich darüber streiten, ob das Buch mehr in die Physiologie oder in die Psychologie gehört, jedenfalls wird keins dieser beiden Fächer darauf verzichten können, es als eine wertvolle Bereicherung seiner Literatur anzusehen.

Ein große Anzahl von Schwierigkeiten waren zu überwinden, bis der Grad von Klarheit der Einsicht erreicht war, den der Verfasser gewonnen hat. Sie beginnen schon bei der sprachlichen Verständigung mit den Versuchspersonen: „Kein zweites Gebiet der Psychologie leidet so unter sprachlichen Unvollkommenheiten, wie der Geruch." Sie steigern sich dadurch, daß die meisten Menschen Gerüche nur als *Gegenstandsgerüche* kennen, als Duft einer bestimmten Blume, eines Zimmers, eines Menschen, d. h. nur in Form eines sehr zusammengesetzten Erlebnisses, während es zum Zwecke des Eindringens in die Gliederung der Geruchsempfindungen nötig ist, von dem reinen *Gegebenheitsgeruch* auszugehen, wie man ihn in unwissentlichen Versuchen bei geschlossenen Augen erlebt.

An dem Geruchserlebnis können außer dem Zustande des Geruchsorgans noch die Erregungszustände einer ganzen Anzahl anderer Sinnesorgane beteiligt sein. Wir haben eine Temperaturkomponente, eine Druckkomponente, eine Stichkomponente und eine Geschmackskomponente zu unterscheiden. Von ihnen allen müssen wir absehen, wenn wir rein die Tätigkeit des Geruchssinnes erforschen wollen. Die große Rolle, die die *Aufmerksamkeit* bei der Auffassung von Geruchseindrücken spielt, die scheinbare Änderung der Qualität einer Geruchsempfindung, die durch Änderung des Gefühlstons hervorgerufen werden kann, läßt einen Psychologen, der gewohnt ist, gerade diese Komponenten bzw. Bedingungen eines sinnlichen Erlebnisses grundsätzlich zu berücksichtigen, besonders geeignet zur Erforschung des Geruchssinnes erscheinen. Aber mit psychologischer Vorbildung allein ist es nicht getan: die physikalischen und physiologischen Bedingungen der Reizung des Geruchsorganes bedürfen einer kritischen Betrachtung, bei der nur gründliche physikalische Kenntnisse davor bewahren können, Beobachtungen auf die Eigenart des Sinnesorgans zu beziehen, die nur in den physikalischen Bedingungen der Reizung ihre sachgemäße Erklärung findet. Auch in dieser Hinsicht hat *Henning* viel kritische Arbeit zu leisten gehabt, bevor er aufbauend Neues und Besseres an die Stelle des Alten setzen konnte. Auf die Einzelheiten der Ergebnisse einzugehen, ist im Rahmen dieser Besprechung unmöglich. Über einige besonders wichtige Resultate: die Komponentengliederung des Geruchs nach den sechs Grundempfindungen würzig, blumig, fruchtig, harzig, faulig, brenzlich und die chemische Grundlage dieser Gliederung, hat der Verfasser in dieser Zeitschrift selbst berichtet.

Hier sei nur erwähnt, daß zwei Ausnahmen von sonst allgemein gültigen Anschauungen in bezug auf die Leistung von Sinnesorganen, die im Bereich des Geruchssinnes vorkommen sollten, von *Henning* nicht bestätigt werden. Weder die ungemein schnelle Ermüdbarkeit des Geruchsorgans, die bisher allgemein behauptet wurde und die auf anderen Sinnesgebieten kein Gegenstück hat, konnte festgestellt werden, noch konnte ein Fall beobachtet werden, bei dem einem stärkeren Reiz eine schwächere Empfindung entsprach, wie dies in der Physiologie des Geruches bisher behauptet wurde, im Gegensatz zu den Erfahrungen auf allen anderen Sinnesgebieten.

Höchst bemerkenswert sind auch die Angaben über die geringsten Stoffmengen, die mit Hilfe des Geruchssinnes noch wahrgenommen werden können, sie sind

im allgemeinen noch erheblich geringer als die Mengen, die bisher angegeben wurden. Damit eine merkliche Geruchsempfindung zustande kommt, genügt z. B. die Anwesenheit von 0,1 milliontel Milligramm Schwefelwasserstoff oder 0,05 milliontel Milligramm α-Ionon in einem Liter Luft. „Eine scharfe Nase bemerkt die Anwesenheit eines ausgiebigen Riechstoffes 100 000-mal früher, als sie sich spektralanalytisch und chemisch nachweisen läßt. Daß der Geruchssinn unser empfindlichster Sinn ist, steht darnach ganz außer Frage."

Eine gründliche Darstellung der vergleichenden Physiologie des Geruchssinnes, die der Verfasser im 27. Kapitel gibt, bringt auch in dieses Gebiet viele neue Gesichtspunkte.

Die im Anhang mitgeteilten Abhandlungen über künstliche Geruchsfährten und Reaktionsstruktur der Ameisen und über die Qualitätenreihe des Geschmacks sind wertvolle Leistungen von selbständiger Bedeutung.

Der Referent möchte zum Schluß bemerken, daß ihm seit langer Zeit kein Buch in der physiologischen Literatur begegnet ist, das ihm soviel Belehrung und Anregung geboten hätte wie diese grundlegende Darstellung eines wichtigen, bisher stark vernachlässigten, Teils der Lehre von den Sinnen des Menschen und der Tiere. *A. Pütter, Bonn.*

Adloff, P., Die Entwicklung des Zahnsystems der Säugetiere und des Menschen. Eine Kritik der Dimertheorie von *Bolk*. Berlin, H. Meuser, 1916. VIII, 110 S., 83 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. Preis M. 5.—.

Jedenfalls gibt der Untertitel die exakteste Vorstellung von dem Inhalte dieses neuen Buches des verdienstvollen und unermüdlichen Forschers, denn durch die ganze Arbeit zieht sich eine Darstellung und Kritik der Bolkschen Dimertheorie. Da der Verfasser aber diese Theorie auch zum Ausgangspunkt für weitere Ausblicke auf die Morphologie des Säugetiergebisses überhaupt nimmt und außerdem auch andere neuere Arbeiten auf dem fraglichen Gebiete, wie z. B. diejenigen von *Ahrens* und *Aichel* berücksichtigt, so darf auch dem Haupttitel eine gewisse Berechtigung nicht abgesprochen werden. Da ich schon im Heft 41, III. Jahrgang, 1915, S. 526—530 dieser Zeitschrift ein Referat und eine Besprechung der Theorie *Bolks* gegeben habe, kann ich mich hier — unter Hinweisung auf diesen Aufsatz — darauf beschränken, hauptsächlich einige der von *Adloff* angegriffenen Punkte zu berücksichtigen.

Obgleich *Adloff* selbst überzeugter Anhänger der Konkreszenztheorie ist, führt er gewichtige Bedenken gegen diejenige Form derselben an, welche *Bolk* vertritt. Mit Recht betont er, daß die von *Bolk* als laterale Schmelzleiste angesprochene Bildung mit der prälaktealen Dentition früherer Autoren identisch ist. Die Existenz der letzteren wird von *Bolk* geleugnet, und zwar, wie *Adloff* bemerkt, in der irrigen Annahme, daß dieselbe als Säugetierdentition gedacht ist, die die Säugetiere als solche noch besessen und im weiteren Verlaufe der Stammesgeschichte verloren haben, eine Meinung, die wohl niemand vertreten hat. An einer Reihe von Querschnittbildern und an Wachsrekonstruktionen legt *Adloff* die Ausbildung der prälaktealen Schmelzorgane bei verschiedenen Säugern dar, woraus u. a. hervorgeht, daß die Schilderung, welche *Bolk* auf Grund seiner Befunde am Primatengebisse von der lateralen Schmelzleiste gibt, nicht ganz richtig ist. Ferner liefert *Adloff* den bedeutungsvollen Nachweis, daß prälakteale Reste auch allein, ohne Zusammenhang mit einer Milchzahnanlage auftreten können. Außer *Bolk* hat sich neuerdings auch *Ahrens* gegen das Vorkommen einer prälaktealen Dentition ausgesprochen; er deutet die als solche beschriebenen Erscheinungen als Faltenbildungen der Schmelzleiste bezw. des Schmelzorgans, die auf mechanischen Ursachen beruhen. Daß in einzelnen Fällen manches als prälakteale Dentition beschrieben worden, was diesen Titel nicht verdient, kann wohl nicht bestritten werden; ganz verfehlt aber ist es, den vorliegenden positiven Befunden gegenüber die Wirklichkeit einer solchen Dentition überhaupt in Abrede stellen zu wollen.

Im Schlußkapitel seines Buches kommt *Adloff* noch einmal auf die prälaktealen Reste zu sprechen, und zwar im Zusammenhang mit überzähligen Bildungen an den menschlichen Molaren. Es handelt sich um überzählige Höcker, welche an dem vorderen und labialen Teile der M 2 und M 3 beim Menschen nicht selten auftreten, sowie um überzählige Einzelzähnchen, welche labialwärts von der Molarenreihe oft (in Winkel zwischen den Zähnen) vorkommen können. *Adloff* hat nun die Hypothese aufgestellt, daß es sich „um eine Teilung, gewissermaßen um einen Zerfall in die die Molaren einst zusammensetzenden Komponenten handelte, ein Zerfall allerdings nicht infolge von Überproduktion, wie *Bolk* meint, sondern infolge der einsetzenden Reduktion". Diese Komponenten, welche in die Bildung der Molaren eingehen, sind nach *Adloff* prälakteale, erste und zweite Dentition; die prälaktealen Reste setzt er in Parallele zu den überzähligen Höckern und Zähnchen in der Molarengegend — eine Hypothese, die mir von dem Konkreszenzstandpunkte des Verfassers aus berechtigt erscheint. Unklar ist mir dagegen das Motiv für die Einschränkung, welche in *Adloffs* späterem Ausspruch liegt, daß er sich absichtlich wohl dafür gehütet hat, die überzähligen Elemente „einer bestimmten Dentition zuzuweisen". Eine Erklärung liegt wohl in dem Bekenntnis, daß *Adloff* und „wohl alle Anhänger der Konkreszenztheorie die Konkreszenz nie in dem buchstäblichen Sinne aufgefaßt haben, wie *Bolk* es noch heute tut". *Adloff* betont außerdem, „daß der heutige Säugetierzahn oder einzelne Teile desselben nicht mehr mit einzelnen Reptilienzähnen homologisiert werden dürfen, da im Laufe der phylogenetischen Entwicklung die den Zahn ursprünglich zusammensetzenden Einzelzähne so ineinander aufgegangen sind und auch in jedem Zahn soviel Material enthalten ist, welches derselbe gewissermaßen aus sich selbst heraus geschaffen hat, daß eine Identifizierung der einzelnen Höcker mit Reptilienzähnen absolut ausgeschlossen ist". Und dann ferner: „Für die Entstehung der Form hat die Konkreszenz in der Tat wohl nur eine beschränkte Bedeutung gehabt, um so mehr für die Herausbildung des Säugetiergebisses im ganzen, sie hat erst die Grundlage geschaffen, auf der die weitere Differenzierung erfolgen konnte." Wenn aber *Adloff* zugibt, daß die *jetzigen* Größen- und Formverhältnisse des Säugetierzahnes nichts mit der einstigen Verschmelzung zu tun haben, sondern durch Differenzierung entstanden sind, so ergeben sich aus dieser Einräumung neue Fragen, auf welche er die Antwort schuldig bleiben dürfte; so vor allem: wo sind die ursprünglichen Säugetierzähne, die lediglich der Konkreszenz ihre Form und Größe zu verdanken haben?

In einem besonderen Kapitel bespricht der Verf. mit Hilfe eines reichen Materials die Morphogenie

der Primatenzähne und nimmt auch hier kritisch prüfend Stellung zu den Ausführungen *Bolks*.

Auch *Bolks* Hypothese betreffs der Entstehung des Gebisses der Altweltaffen und des Menschen aus demjenigen der Affen der Neuen Welt wird unter Herbeiziehung neuen Materials eingehend besprochen und zurückgewiesen.

Die ontogenetischen Befunde, die *Bolk* als Beweise für seine Dimertheorie anführt, das Schmelzseptum, der Schmelznabel und, wie schon erwähnt, die laterale Schmelzleiste haben nach *Adloffs* Darlegung keine Bedeutung für diese Frage. Im übrigen beschränkt sich die Differenz in der Auffassung der Konkreszenz bei *Bolk* (Teil I seiner Odontologischen Forschungen) und *Adloff* vornehmlich darauf, daß ersterer eine Verschmelzung in longitudinaler Richtung überhaupt leugnet, während er eine solche in transversaler Richtung aber nur von *zwei* Reptilienzähnen annimmt.

Diese Bemerkungen machen selbstverständlich keinen Anspruch darauf, eine genügende, adäquate Vorstellung von dem vorliegenden Buche zu geben. Dasselbe enthält eine Anzahl teilweise sehr wertvoller Beobachtungen aus der Morphologie des Zahnsystems, welche auch nur anzudeuten hier der Raum fehlt; im Auszuge würden dieselben kaum zu ihrem Rechte kommen können. *Wilhelm Lache, Stockholm.*

Zuschriften an die Herausgeber.

Über geologische Zeitmessungen.

In einem in dieser Zeitschrift (1916, Heft 48) erschienenen Aufsatze des Wiener Professors *O. Abel* sind die von anderen Forschern und jüngst von mir[1]) vertretenen Anschauungen in höchst sonderbarer Weise kritisiert. Es sei mir daher erlaubt, hier meine Anschauungen ebenfalls zur Darstellung zu bringen.

Um geologische Ereignisse zeitlich festzulegen, bedarf der Geologe einer Zeitmessung. Der Grundgedanke ist der, daß eine bestimmte Tierart nur eine beschränkte Lebensdauer[2]) besitzt. Hinterläßt eine derartige Form in den Erdschichten irgendwelche Spuren seines Daseins, z. B. Hartteile, Schalen usw., von denen mit Sicherheit angegeben werden kann, daß sie zu jener Art gehören, so ist dieses Zeitintervall zunächst theoretisch genau festgelegt. Vorausgesetzt ist dabei natürlich, daß die Art diagnostisch scharf von dem Vorfahr und Nachkommen begrenzt ist, wozu man durch ein genaues Studium in der Lage ist. Dieser Grundgedanke ist so klar und durchsichtig, daß er keines weiteren Beweises bedarf.

Bei den sehr diffizilen Arbeiten, zu denen der Geologe im Laufe der Zeit geschritten ist, ist zu fordern, daß ein so definiertes Zeitintervall möglichst kurz ist und die dasselbe bestimmende Tierart eine möglichst große Verbreitung besitzt, also kurze absolute Lebensdauer bei großer horizontaler Verbreitung. Da die Organismen sich verschieden schnell umwandeln, sind die brauchbarsten naturgemäß die, die sich schnell umgewandelt haben. Diese habe ich als (stratigraphisch) virulente Formen den in dieser Beziehung invirulenten gegenüber gestellt. Da bei langsam umwandelnden Formen in der Regel Stammform und neue Form in einem Grenzzeitintervall zusammen vorkommen, kann als Zeichen einer ausgesprochenen Virulenz gelten, daß Stammform und neue Form nie und nirgends zusammen vorkommen[1]). Rein theoretisch ist der Nachweis der stratigraphischen Virulenz infolge der Bedingung „nie und nirgends" nicht zu erbringen. Praktisch erbracht ist der Beweis der Virulenz dann, wenn die beiden Tierformen an allen bekannten Fundpunkten immer in der geforderten Aufeinanderfolge und nicht zusammen vorkommen.

Bei dem ständigen Wechsel, den das Milieu in der geologischen Vorzeit erfahren hat, sind die von dem Milieu abhängigen Tiere immer wieder gezwungen worden, ihre Wohngebiete zu wechseln. So kann man sagen, daß der Fauneninhalt eines Gesteins eine Funktion der Gesteinsbeschaffenheit ist. Daher wird namentlich dann, wenn der Wechsel der Gesteine und Faunen in der Zeit eine vollständige Veränderung der Lebensbedingungen anzeigt, das Erscheinen und Verschwinden einer Tierart nicht mit dem absoluten Erscheinen und Verschwinden zusammenfallen. Die Erscheinungsweise der betreffenden Art ist also zunächst nur phänobiontisch[2]), wie man kurz sagen könnte. Um die holobiontische Erscheinungsweise der Art und das durch die Art bestimmte Zeitintervall festzulegen, muß festgestellt werden, aus welcher Stammart die betreffende Art hervorgegangen und in welche Art sie übergangen ist (Konsequenzprinzip)[3]).

Wenn man das Umwandeln der Organismen, die bei stratigraphisch virulenten Formen ganz periodisch erfolgt, mit den Schwingungen eines Pendels vergleicht, so tritt sofort die gänzliche Haltlosigkeit von *Abels* Einwand hervor, der besagt, weil die Umwandlung der Organismen eine verschieden schnelle ist, ist eine Zoneneinteilung unmöglich. Weil es also mit anderen Worten verschieden schnell schwingende Pendel gibt, soll man zur Zeitmessung keine Pendel benutzen! Während der Astronom und Physiker sein Pendel so zu wählen in der Lage ist, daß die Schwingungsdauer immer mit großer Annäherung die gleiche ist, kann der Biostratigraph von seinem Mittel zur Zeitmessung dasselbe noch nicht behaupten. Durch seine Zonen begrenzt der Biostratigraph, vorläufig wenigstens noch, Zeitintervalle von vielleicht verschiedener Länge, deren zeitliche Aufeinanderfolge aber festgelegt ist. Damit ist der erste Hauptzweck der Biostratigraphie, die zeitliche Aufeinanderfolge der geologischen Ereignisse festzulegen, erreicht[4]).

Diskutabel, das gebe ich ohne weiteres zu, ist mein Standpunkt in der Lehre der Anpassung. Daß er berechtigt ist, zeigt eine Besprechung im Biologischen Centralblatt (1917 Heft 1). *O. Abel* vermengt bekanntlich den Begriff der Anpassung, d. i. die Tatsache, daß die Funktion und der Bau der Organe in Übereinstimmung steht mit dem Milieu, mit dem äußerst diffizilen Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften.

---

[1]) *R. Wedekind*, Grundlagen und Methoden der Biostratigraphie. Verlag von Gebr. Borntraeger, Berlin 1916.

[2]) Absolute Lebensdauer.

[1]) Der von *Abel* in Gänsefüßchen gebrauchte Ausdruck „dem Gefühl nach" — also dem Gefühl nach die Virulenz erfassen — ist von mir in diesem Zusammenhang nicht gebraucht. Mit oder ohne Absicht bedient sich *O. Abel* dieses Ausdruckes an verkehrter Stelle, um meine Ausführungen verächtlich zu machen!

[2]) βιος als absolute Lebensdauer gefaßt.

[3]) Vergleiche hierzu die Ausführungen in meinem oben zitierten Buch.

[4]) Der Fehler, der aus dem willkürlichen Wandern einzelner Tiere resultiert, ist besonders auszuschalten. Die Möglichkeit, diesen Fehler auszuschalten, ist bereits durch verschiedene Beispiele (z. B. Polyptichidä) erbracht.

Daraus, daß ein Organ in seinem Bau in ein bestimmtes Milieu hineinpaßt, zieht *O. Abel* immer wieder den Zirkelschluß, daß dieser Bau *vom Milieu provoziert ist.*

Göttingen, den 11. März 1917.

Prof. Dr. *R. Wedekind.*

Kleine Mitteilungen.

Der Erdgeruch und seine Ursache. Namentlich nach einem Regen und besonders auf frisch gepflügtem Lande und frisch umgegrabenen Gartenböden kann man immer einen ganz eigenartigen Geruch wahrnehmen, der unter dem Namen „Erdgeruch" allgemein bekannt ist. Dieser dem milden Humus eigentümliche Geruch der Acker- und Gartenerde ist jedoch ein wesentlich anderer, als der modrige, schimmelige Geruch von Waldhumus, den man bisweilen gleichfalls als Erdgeruch zu bezeichnen pflegt. Besonders stark entströmt jener eigenartige Geruch dem Boden nach dem Pflügen oder Umgraben im Frühjahr und Herbste, weniger stark im Sommer. Dies dürfte wohl einerseits mit dem meist viel feuchteren Zustande des Bodens in den erstgenannten Jahreszeiten zusammenhängen, andererseits mit dem meist viel geringeren Feuchtigkeitsgehalte der Luft im Sommer.

Nach den älteren Untersuchungen von *Berthelot* und *André* führte man den Erdgeruch zunächst auf eine im Boden enthaltene, organische neutrale Verbindung zurück, die man nach dem Pflügen und Graben deutlich riechen kann, sobald sie mit den Wasserdämpfen sich verflüchtigt. Jetzt wissen wir nach den neueren Untersuchungen von *Rullmann*, daß der allbekannte Erdgeruch zunächst mit der Tätigkeit von Kleinwesen, Bakterien, und zwar mit der Wirkung bestimmter Streptothricheen oder Aktinomyceten in engster Beziehung steht. Vor allem ruft die Streptothrix odorifera in starkem Maße den Erdgeruch hervor. Nach *Reinmann* und *Jensen* kann dieser Geruch aber auch von St. alba bezw. von St. chromogena hervorgerufen werden, sobald diese anderen Streptothrixarten Fette zu spalten Gelegenheit haben. Das Fett selbst wird allmählich in eine schwarze Masse umgewandelt.

Rullmann konnte St. odorifera zuerst aus einem Feldboden in Reinzucht gewinnen und fand diesen Pilz (der wie die verschiedensten anderen Streptothrixarten noch zu den eigentlichen Bakterien gerechnet wird) späterhin häufig in den verschiedensten Erdproben, von wo er überall auch in den Dunstkreis gelangt. Übrigens bilden die Streptothrixarten nach unseren bisherigen Kenntnissen eine Art Übergangsform von den Fadenpilzen (Mycelpilzen) zu den echten Bakterien. Auf gewöhnlichen Gallertplatten, die mit Erdproben gegossen werden, scheinen merkwürdigerweise neben Kolonien mit dem erkennbaren Erdgeruche ziemlich häufig auch völlig geruchlose Kolonien zu liegen. Diese letzteren lassen sich jedoch durch wiederholte Übertragung in Erbsenbrei oder Semmelbrei zur Bildung des Erdgeruches und dessen deutlicher Entwickelung bringen, wie es sich bei den weiteren Untersuchungen und Beobachtungen überhaupt zeigte, daß namentlich kohlenhydrathaltige Stoffe gleich den soeben genannten und Kleister, zuckerhaltige Fleischbrühe, ferner aber auch Milch, Harn und mancherlei andere Körper von diesem Pilze unter Bildung des Erdgeruches zersetzt werden. Schon *Rullmann* suchte den hier vorliegenden, eigenartigen Riechstoff in chemisch reiner Form zu gewinnen, indem er den Pilz zunächst in 1 % Milchzuckerfleischbrühe massenhaft zu züchten und den Riechstoff im luftleeren Raum bei 25—30 °C mit Wasserdampf auszutreiben suchte. Die zuerst übergegangenen Mengen, die auch am stärksten rochen, wurden gesondert aufgefangen. Der Geruch ist bei der sog. neutralen Reaktion sehr stark. Die mit Äther ausgeschüttelte Flüssigkeit ließ er vor Staub geschützt langsam verdunsten und konnte dabei beobachten, wie sich die Arbeitsräume mit auffallend starkem Erdgeruche erfüllten. Es blieben nur einige wenige, winzig kleine, nadelförmige Kristalle übrig, die nur mit dem Spektroskope untersucht werden konnten und sich als doppelbrechend erwiesen. Erwartet wurde an Stelle der Kristalle eine dickliche, ölige Flüssigkeit. Ein anderer Versuch, bei dem der gewonnene Riechstoff mit Alkohol aufgenommen wurde, lieferte kein wesentlich anderes und besseres Ergebnis. Die einzelnen Zuchten von Streptothrix odorifera sind nach allen bisherigen Beobachtungen sehr widerstandsfähig gegen die verschiedensten chemischen Stoffe, wie z. B. gesättigte Kochsalzlösung, Schwefelsäure (0,1 %), Karbolsäure (0,5 %), salpetersaures Silber (0,1 %), Sublimat (0,1 %). Die Entwickelung konnte durch diese Stoffe in den genannten Mengen nicht im geringsten aufgehoben werden. Übrigens kann man auch aus diesen Angaben schon deutlich erkennen, wie die Zersetzung organischer Stoffe im Ackerboden und in der Erde überhaupt zu einem großen Teile nur unter der Mitwirkung von Kleinwesen aller Art (durch niedrigste pflanzliche und tierische Organismen) erfolgen kann und tatsächlich auch erfolgt. Zur besonderen Erdgeruchsbildung geben allerlei Pflanzenüberbleibsel reichliche Mengen Rohstoffe ab und zwar namentlich durch die in ihnen enthaltenen Kohlenhydratmengen.

Weitere wichtige Untersuchungen und Beobachtungen über das Zustandekommen des Erdgeruches verdanken wir sodann *Salzmann*. Als er die Entwickelungsbedingungen von Streptothrix odorifera näher zu prüfen suchte, legte er mit Recht ein besonderes Gewicht auf die Verwendung möglichst verschiedenartiger C-Verbindungen als Nährmittel. Seine Versuche ergaben, daß solche organischen Säuren, die neben *einer* sog. Karboxylgruppe (-COOH) entweder ein vertretbares Wasserstoffatom (-H) oder eine Methylgruppe ($-CH_3$) bzw. eine Methylen-($=CH_2$)-Gruppe oder aber von sauerstoffhaltigen Gruppen solche wie die Gruppe CH . OH enthielten, von dem Pilze als C-Quelle *nicht* benutzt wurden. Sobald jedoch in den von ihm geprüften Säuren eine *zweite* Karboxylgruppe $<^{COOH}_{COOH}$ vorhanden war, trat immer kräftige Entwickelung ein, und zwar besonders dann, wenn neben zwei COOH-Gruppen die schon genannte Gruppe CH . OH vorhanden war. Sehr auffällig ist dabei, daß der eigentliche „Erdgeruch" sich auch erst dann bemerkbar macht, wenn die letztgenannte Bedingung erfüllt ist. Die Entwickelung des Pilzes und die Bildung des Erdgeruches scheinen danach ähnliche Verhältnisse, und damit fast gleiche Bedingungen vorauszusetzen. *Salzmann* untersuchte weiterhin eingehender die Einwirkung von Kohlenhydraten, um die Verwertung des in ihnen enthaltenen Kohlenstoffes näher zu prüfen. Durch *Rullmanns* Versuche war schon nachgewiesen, daß mehrere Kohlenhydrate Wachstum und Bildung von Erdgeruch außerordentlich stark begünstigen, und danach erhielt *Salzmann* mit Traubenzucker, Rohrzucker, Milchzucker, Arabinose, Inulin, Stärke (Amylum) gleichfalls gute Ergebnisse. Besonders gutes Wachstum erhält man

durch Einsaat des Pilzes in Glyzerin, sowohl in neutraler, wie auch in alkalischer und saurer Reaktion. Bei diesen Versuchen war selbst nach vier Monaten noch starker Erdgeruch wahrnehmbar. Ein gleiches Verhalten konnte auch beobachtet werden, wenn der Pilz in verdünnte Humusstoffe, in Harn und Fleischbrühe, eingesät wurde, von denen die beiden letztgenannten Stoffe auch schon von *Rullmann* verwandt wurden. Nach *Salzmanns* Untersuchungen über das Verhalten freier und gebundener CO_2 auf die Entwickelung des Pilzes kann die Kohlensäure *nicht* von ihm verwertet werden. Große Mengen des Pilzes wurden auf die chemische Zusammensetzung des Zellinhaltes hin untersucht. In 100 Teilen Trockenmasse wurden 2,22 Teile Ätherauszug, 7,39 Teile Stickstoff und 9,23 Teile Asche gefunden. Durch Vervielfältigung der gefundenen N-Menge mit 6,25 wurde der Gehalt an Eiweiß auf 46 Teile der Trockenmasse berechnet. Nach *Rullmann* ist zur raschen Erzeugung des Erdgeruches durch Züchten auf festen Nährböden die Zimmerwärme als eine der besten Vorbedingungen anzusehen. Nach Beobachtungen von *Nadson* spielen einzelne Streptothrixpilze gelegentlich auch eine besondere geologische Rolle, insofern auf deren Pilzfäden Eisenoxydablagerungen auftreten. Sehr umfangreiche Untersuchungen über die Entwickelung und Wirkung verschiedener Streptothrixarten in Lösungen und im Boden wurden neuerdings besonders von *F. Münter* angestellt mit Berücksichtigung der mannigfachsten chemischen Verbindungen, vor allem aber auch unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung für die Stickstofffrage, für den Aufbau und Abbau der verschiedensten N-Verbindungen. Diese Kleinwesen spielen bei den mannigfachen Umsetzungen im Boden jedenfalls eine wesentliche Rolle, auf die hier im einzelnen nicht näher eingegangen werden kann. Auffallende Unterschiede treten nach *Münter* hinsichtlich der Form dieser Mikroben auf, je nachdem sie in neutralen, sauren oder alkalischen Nährböden gezüchtet werden. Nach *Münter* sollen übrigens diese Pilze u. a. besonders das Wachstum von Azotobakter, dem wichtigsten freilebenden Stickstoffsammler, auffallend hemmen. Dies ist nach unseren eigenen Beobachtungen indessen keineswegs der Fall, wofern man nur u. a. für eine ausreichend gute Durchlüftung des Nährbodens beim Züchten dieser Kleinwesen Sorge trägt. Vorzüglich geeignet für die Züchtung von Streptothrixpilzen wie auch für Azotobakter sind Moorböden. In solchen kann man beide Arten Kleinwesen sich massenhaft nebeneinander entwickeln sehen. Neben Wurzelüberbleibseln aller Art, wie z. B. von Zuckerrüben (mit ihren reichlichen Zuckermengen und Zitronensäuremengen) sind auch manche Kalkverbindungen für die Entwickelung der Streptothrixpilze sehr wichtig, insbesondere auch für die Bildung von Farbstoffen durch sie. Weniger scheint durch den Kalk selbst die Erdgeruchsbildung beeinflußt zu werden, wenigstens nach deren bisherigen Kenntnissen. Manche Zeitschriften schreiben neuerdings von dem Erdgeruche schon als einem eigenartig lieblichen Geruche. Das ist er jedenfalls bis jetzt noch nicht und er kann jedenfalls nicht mit künstlichem Veilchenduft (Ionon), aus Iriswurzeln gewonnen, verglichen werden, wie es schon geschehen ist. *B. H.*

Der Bericht über die Tätigkeit der K. Anstalt für **Bienenzucht** in Erlangen im Jahre 1916 (*E. Zander*, Landwirtsch. Jahrbuch für Bayern 1917) gibt einen Überblick über die wirtschaftlichen Ergebnisse. Die trotz der äußeren Hindernisse erfreulichen Erfolge wurzeln in den Vorbereitungen der vergangenen Jahre, die nun ihren Abschluß gefunden haben. In der Erkenntnis, daß es notwendig sei, den Imkern praktisch vorzuführen, was eine zeitgemäße und moderne Bienenzucht bisher erreicht hat, wurden musterhafte Einrichtungen geschaffen, die als vorbildlich für neue bienenwirtschaftliche Anlagen bezeichnet werden müssen. Je mehr auf diese Weise die Imkerei in den Vordergrund trat, um so weniger war es angezeigt, sich mit den ungünstigen Trachtverhältnissen, die Erlangen selbst bot, zufrieden zu geben. Daher wurde die weitere Umgebung, die sehr ergiebige, abwechslungsreiche Trachtverhältnisse bietet und besonders in den Heideflächen des Reichswaldes in „des deutschen Reiches Bienengarten" einen günstigen Honigertrag liefert, mit in das Arbeitsfeld der Anstalt einbezogen. So entwickelte sich im Laufe der letzten Jahre ein ziemlich ausgedehnter Wanderbetrieb. Um nach der Ausnutzung der Tracht die Wandervölker im Bienengarten unterbringen zu können, wurde der Bienengarten durch eine 400 qm große Fläche erweitert. Dreißig „Wandervölker" bilden das Fundament des Betriebes, die leistungsfähigsten Völker des ganzen Bestandes sind hier vereinigt. Da auf ihre Pflege die größte Sorgfalt verwendet wurde, gelang es sogar, *das Betriebsjahr 1916*, das nach allgemeinem Urteil das *schlechteste Bienenjahr seit Menschengedenken* gewesen sein soll, mit einem vollen Erfolg abzuschließen. Trotzdem nur 59 Tage von den Bienen ausgenützt werden konnten, wurden doch über 12 Zentner Honig geerntet, von denen aber nur etwas über 6 kg von den Völkern des Bienengartens selbst eingetragen worden waren. Der Rest entfiel auf die Wandervölker, was nicht zum geringsten Teil auf die sorgfältige Auslese der Königinnen zurückzuführen ist. — Auch im Berichtsjahre wurde auf die Königinnenzucht viel Mühe verwendet und ein günstiges Ergebnis erzielt. Trotz der übergroßen Nachfrage konnten aber bei dem großen Eigenbedarf nur ziemlich wenige Königinnen abgegeben werden. Da für die Zukunft mit einer noch größeren Nachfrage gerechnet werden muß, hat die Anstalt bekanntgegeben, daß vom nächsten Jahr ab Gesuche um Überlassung von Königinnen nur Aussicht auf Berücksichtigung haben, wenn sie bis zum 1. April jedes Jahres vorliegen. Doch übernimmt die Anstalt auch dann keine Gewähr für sichere Lieferung. *St.*

Bekanntlich sind gleich den höheren Tieren die Insekten manchen Krankheiten unterworfen und fallen ihnen oft in großen Mengen zum Opfer. Das gilt ebensogut von den uns nützlichen Insekten, z. B. der Seidenraupe, wie von den schädlichen, und je nachdem ist natürlich die Folge davon entweder ein beträchtlicher Nachteil oder ein Gewinn. Leider können wir bisher so gut wie nie im ersteren Falle die Krankheiten verhüten, im letzteren willkürlich hervorrufen oder wenigstens in ihrem Verlaufe so beeinflussen, daß sie von unseren kleinen Feinden — ich denke hierbei nicht an die plötzlich so berüchtigt gewordenen Parasiten des Menschen, speziell des Soldaten im Felde — recht viele dahinraffen. Eine eigene Gruppe unter diesen Krankheiten bilden die in neuerer Zeit besonders in Österreich und Deutschland genauer untersuchten sogenannten **Polyederkrankheiten** (Gelbsucht, Schlafsucht, Wipfelkrankheit usw.) **der Raupen.** Sie haben ihren Namen davon, daß in den Zellkernen einiger Organe der von ihnen befallenen Tiere riesige Mengen vieleckiger, winziger (nur 1—10 Tausendstel mm großer) Körperchen entstehen. Schon 1893 wies *J. Bolle* in Görz bei

der Seidenraupe nach, daß es sich hier um eine Eiweißsubstanz handelt, und der erst unlängst am Fleckfieber, also indirekt durch einen Parasiten aus der Gruppe der Insekten, elend zugrunde gegangene *S. Prowazek* bestätigte ein Jahrzehnt später in Rovigno diese Befunde nicht nur, sondern faßt geradezu die Körperchen als Kristalloide von Nucleoproteïden auf, spricht sie aber nicht als die Träger des Giftes an, das die Seidenraupe tötet, sondern umgekehrt als eine Art von Reaktion der vom Gifte befallenen Zellen auf dieses (s. *Arch. Protistenkunde* Bd. *10*, 1907, S. 359—364). Zu fast den nämlichen Ergebnissen sind nun letzthin (s. *Biol. Bull. Woods Hole* Vol. *30*, 1916, p. 367—390) die Amerikaner *R. W. Glaser* und *J. W. Chapman* gekommen, die ihre Forschungen an 13 Raupenarten, darunter Seidenraupe, Nonne, Heerwurm, Schwammspinner usw., anstellten und unter anderem ermittelten, daß die Polyeder-Epidemien 30—70 % einiger der schädlichsten Insekten vernichten können. Aus je 100 bis 200 toten Raupen des Schwammspinners (gipsy moth) gewannen sie 2—3 g reiner, trockner Polyeder, also Material genug auch zu chemischer Prüfung, und kamen so einen Schritt weiter als ihre Vorgänger: sie fanden in den Körperchen Eisen und Phosphor, erhielten auch nach Lösung der Polyeder in verdünnten Alkalien bei vorsichtigem Verfahren Proteïnkristalle, die den ursprünglichen Polyedern ähnlich sahen. Ferner gelang es ihnen, gesunde Raupen des Schwammspinners mit dem Safte kranker zu infizieren, aus dem die Polyeder durch ein Berkefeldsches Filter entfernt worden waren. Das Gift selbst bleibt allerdings nach wie vor unbekannt. Offenbar greift es irgendwie die Zellkerne an und läßt aus ihnen ganz kleine runde Körperchen entstehen, die erst später beim Wachstum durch gegenseitigen Druck vieleckig werden. *M.*

Von einigen Ergebnissen seiner **Reise auf Ceylon** im Winter 1913/14 berichtet der Jenaer Zoologe *L. Plate* in der *Jena. Zeit. Naturw.* Bd. *54*, 1916 S. 1—42. Es sind teils kurze, teils ausführlichere Angaben über: 1. das Riff bei der Stadt Galle (6 ° N. 80 ° O.), das meist aus toten Korallen besteht, und seine Tierwelt; 2. die wahrscheinliche Taubheit zweier der dortigen Fische und den Farbenwechsel des einen von ihnen; 3. die Lebensweise des Labyrinthfisches Anabas scandens, der zwar auf dem Lande durch Schwanzschläge nahezu so rasch vorwärts kommt wie ein langsamer Fußgänger, aber seinem Namen zum Trotze wohl kaum klettern kann; 4. Schutzfärbung bei einem Ringelwurm und einer Krabbe, die beide auf einer braunschwarzen Seegurke hausen; 5. die für ihren Träger gewiß nutzlosen Reste der Hinterbeine der Riesenschlange Python molurus; 6. den der Eidechse Calotes nicht schmackhaften Schmetterling Papilio hector, der in *Plates* Versuchen allermeist am Leben blieb, indes die mit ihm zugleich dargebotenen anderen Arten gefressen wurden; 7. das rhythmische Leuchten des Käfers Luciola sinensis; 8. den heiligen Gummibaum (Ficus religiosa) in der alten Buddhastadt Anuradhapura, von dem die dortigen Priester erzählen — und die zahlreichen Besucher glauben es —, er sei über 2000 Jahre alt. *Plate* macht es jedoch wahrscheinlich, daß die beiden als so ehrwürdig gepriesenen Äste, die aus gemeinsamer Wurzel sprossen, bestenfalls nur als Nachwuchs des ursprünglichen Baumes gelten dürfen, nicht als dieser selbst. Endlich 9. und 10. über einige Geradflügler, von denen hier gleich Näheres mitzuteilen ist, das auch den zoologisch nicht vorgebildeten Leser interessieren dürfte: es handelt sich um die Stabschrecken (Phasmiden) und das Wandelnde Blatt (Phyllium pulchrifolium). Allgemein bekannt ist es, daß gleich manchen anderen Tieren sich viele Insekten tot stellen können. Über diese Erscheinung, die schon oft untersucht worden ist, hat *E. Mangold* eine eigene Schrift (Hypnose und Katalepsie bei Tieren, Jena 1914) verfaßt, und speziell an der Stabschrecke *Dixippus* ist sie in Petersburg von *P. Schmidt* näher studiert worden (s. *Biol. Centralbl.* Bd. *33*, 1913, S. 193 bis 207). Nach ihm kann sie aus inneren Gründen, von denen man bis jetzt nichts Genaueres weiß, eintreten, aber die Vorbedingungen dazu sind vollständige Ruhe und Fehlen jeglicher äußeren Störung. In dieser kataleptischen Starre lassen die Tiere so ziemlich alles mit sich anfangen: man darf sie auf den Kopf stellen, ihnen allmählich die Fühler, Vorderbeine und sogar den Hinterleib abschneiden, ohne daß sie wieder lebhaft werden, usw. Offenbar soll die Starre den Körper seiner Unterlage, d. h. dem Zweige der Pflanze, worauf das Tier lebt, noch ähnlicher machen, als er es schon durch Form und Farbe ist. *Plate* nun bestätigt diese Angaben im wesentlichen an 4 Arten von Stabschrecken, die sich fast immer durch Legen auf den Rücken und sanften Druck auf die Haut da, wo sie den Bauchnervenstrang bedeckt, kataleptisch machen ließen; bei den Phyllien gelang ihm das sogar an den eben aus dem Ei geschlüpften kleinen Larven. Auch sonst benutzte er seine Tage auf Ceylon viel zu Beobachtungen an den Phyllien. Nach ihm sind sie ihrer Umgebung — dem Laub der Kakaobäume — so wunderbar ähnlich, daß man sie trotz ihrer Größe nur äußerst schwer darin auffindet. Die alten Tiere sind in der Regel grün, die zarten Larven noch braunrot; demgemäß suchen diese recht rasch auf die Zweigspitzen mit den jungen, ebenso gefärbten Blättern zu gelangen, jene dagegen hausen weiter unten zwischen den grünen Blättern; mitunter wird aber die Färbung der Larve beibehalten, und dann sieht das Insekt wie ein welkes Blatt aus. *Plate* läßt mehrere dortige Entomologen behaupten, die Ähnlichkeit gehe so weit, daß die Tiere sich gegenseitig für Blätter halten und benagen, hat das jedoch nicht selber beobachtet. Immerhin ergibt sich aus seinen Versuchen, daß sie und die Phasmiden von den Eidechsen nicht wahrgenommen werden, so lange sie unbeweglich bleiben, selbst in der nächsten Nähe nicht, sonst aber ergriffen und angefressen werden. Der Schutz ist also nicht ganz zuverlässig, und die Fähigkeit der Katalepsie hierbei vielleicht wichtiger als die äußere Ähnlichkeit mit Pflanzenteilen. — Bei den weiblichen Phyllien sind die sehr großen Vorderflügel zum Fliegen ungeeignet, und die Hinterflügel zu ganz unbeweglichen, nur etwa 4 mm langen Resten geworden. Ihnen widmet *Plate* eine besondere Arbeit (ebenda S. 43—66). Er hält sie nach ihrem feineren Bau für überflüssige, dem Tiere völlig unnütze Anhängsel, wie etwa beim Menschen die Ohrmuscheln, bei den Walen die Beckenknochen, usw. Ihre Rückbildung möchte er in ursächlichen Zusammenhang mit der Umgestaltung der Vorderflügel im Dienste der Mimicry bringen; sie werde nur auf Grund des Lamarckismus (durch Annahme der Vererbung somatischer Veränderungen) verständlich, während der Neudarwinismus hierbei versage. *M.*

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W. 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.